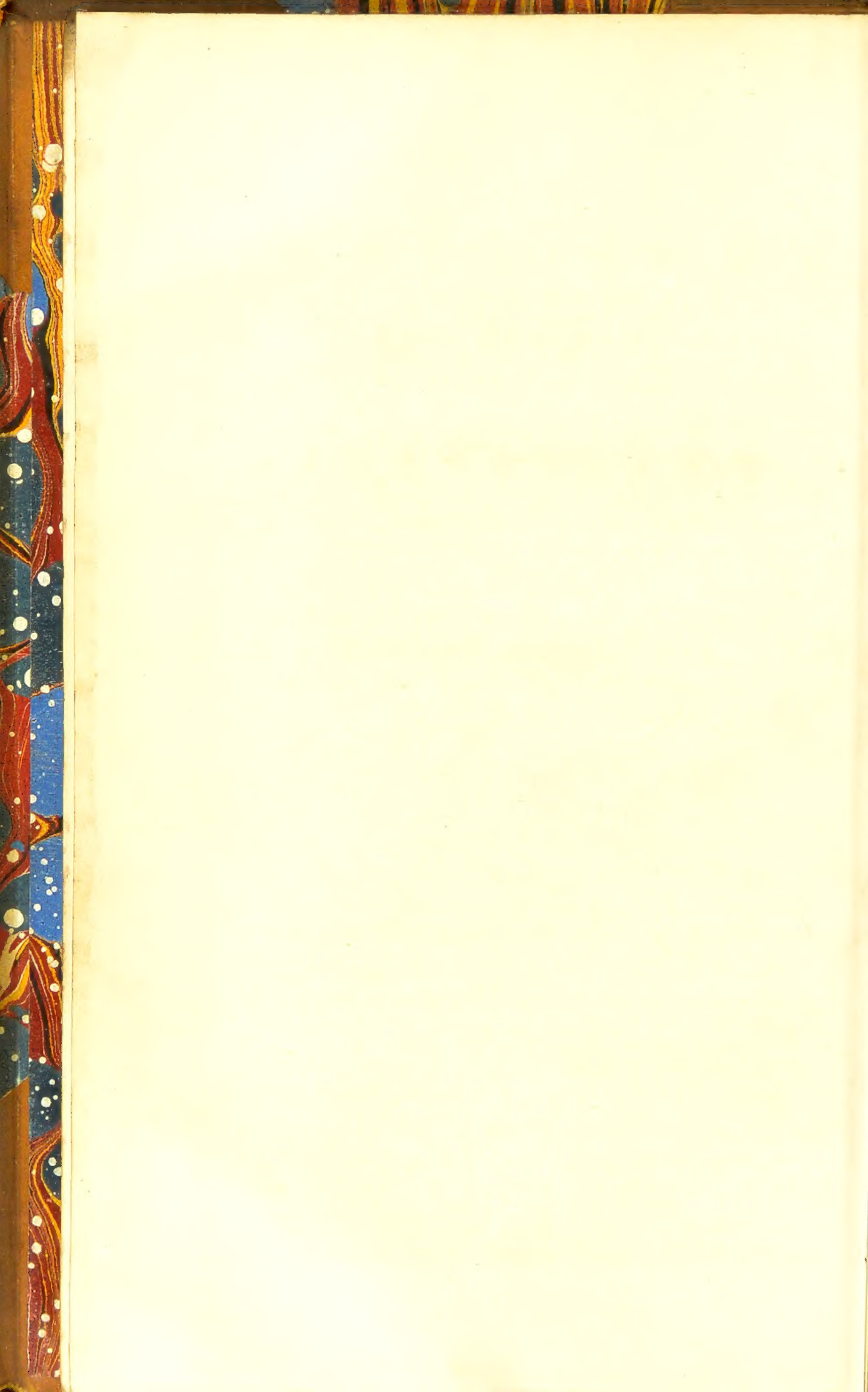







ET AVGE BITVR
SCI ENT IA



Handwörterbuch

der

Physiologie

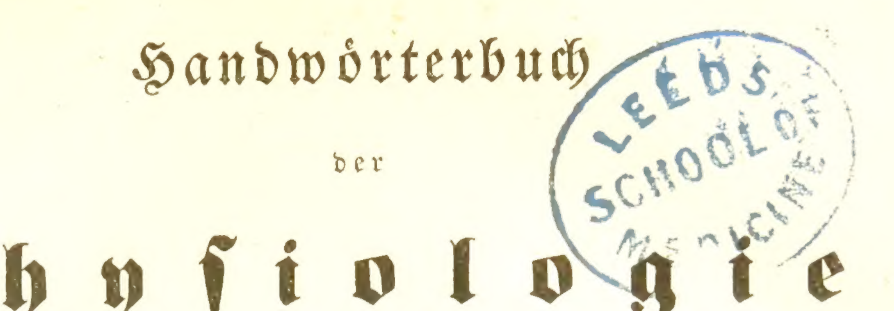
mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

Erster Band.

4 vols in 6



Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

In

Verbindung mit mehren Gelehrten

herausgegeben

von

Dr. Rudolph Wagner,

Professor in Göttingen.

Mit

Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Erster Band.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg und Sohn.

1842.

Vorwort.

Nach Ueberwindung mancher Schwierigkeiten, welche vorzüglich durch die Entfernung vieler Mitarbeiter vom Orte der Redaction und das dadurch bedingte unvollkommene wechselseitige Verständniß herbeigeführt wurden, konnte der erste Band des Wörterbuchs, so wie derselbe vorliegt, abgeschlossen werden.

Es ist im Prospectus bereits näher erörtert worden, warum das Wörterbuch mehr den Charakter einer Sammlung von selbstständigen Monographien haben sollte und daß es durchaus nicht die Absicht war, den Stoff in eine große Anzahl kleinerer, alphabetisch geordneter Artikel zu zersplittern.

Was die speciellere Theilnahme des Herausgebers an dem Inhalte des Wörterbuchs betrifft, so hatte derselbe vom Anfange an den Plan, mehrere größere Artikel zu geben, welche Mancherlei zusammenfassen sollten (wie z. B. einen Artikel »thierische Organisation«), um dadurch einzelne Lücken auszufüllen und den isolirten Artikeln mehr Zusammenhang, dem Ganzen mehr Uebersichtlichkeit zu geben. Dies kann jedoch erst gegen den Schluß des Werkes, im dritten Bande, geschehen. Die gegenwärtige Bemerkung soll mehren an den Herausgeber gestellten Anfragen begegnen.

Der Artikel »Leben und Lebenskraft«, welcher anstatt einer Einleitung das Ganze eröffnet, war eigentlich für eine spätere Stelle bestimmt. Wenn nun der Herausgeber auch nicht alle Ansichten des trefflichen Verfassers theilt, so steht er doch nicht an zu bekennen, daß ihm die ganze Auffassung und Behandlung der Aufgabe von so großer Wichtigkeit zu sein scheint, daß er kein Bedenken trug, dem Artikel gerade diese Stelle zu geben. Dieser Aufsatz verdient die aufmerksamste Beachtung von Allen, denen es

um einen wahrhaft wissenschaftlichen Standpunkt zu thun ist und die nicht bloß auf dem breiten und bequemen Weg der sinnlichen Detailforschung das Heil und den Fortschritt erblicken. Zur Zeit läßt es sich — um einen befriedigenden Standpunkt in der allgemeinen Physiologie zu gewinnen — gar nicht mehr abweisen, sich mit gewissen principiellen Fragen der organischen Naturlehre zu beschäftigen, zu deren Aufnahme aber eine gründliche philosophische Durchbildung unerläßlich ist.

Kein Gegenstand mag aber heut zu Tage für diesen Zweck wichtiger sein, als die scharfe Zergliederung der Frage: was ist denn eigentlich diese Lebenskraft, von welcher die Physiker und Chemiker so gut sprechen, als die Physiologen, ohne sich in der Regel irgend die Mühe zu nehmen, diese Frage klar in's Auge zu fassen?

Hoffentlich gelingt es dem Herausgeber, für den zweiten Band einige Arbeiten zu erhalten, auf welche derselbe bisher schmerzlich gewartet und wegen deren er auch wohl länger als billig mit dem Abschlusse des vorliegenden ersten Bandes gezögert hat.

Göttingen, im Juni 1843.

R. Wagner.

Inhalt des ersten Bandes.

Leben. Lebenskraft.

Als in früheren Zeiten die Quellen der Detailkenntniß in der Physiologie noch weniger ergiebig flossen, wandte sich die Reflexion mit Vorliebe allgemeinen Betrachtungen über das Leben und seine Ursachen zu, in der Hoffnung, vielleicht durch eine irgendwie vermittelte Kenntniß des Ganzen ein zurückgeworfenes Licht über das Einzelne zu verbreiten, durch dessen Verwicklungen es nicht unmittelbar einzudringen vermochte. Nachdem in unseren Tagen indessen glückliche Beobachtungen manchem Kreise der Lebensvorgänge bereits bestimmtere, weiterer Ausbildung fähige, Ansichten abgewonnen haben, ist jene Vorliebe für allgemeine Untersuchungen um so mehr zurückgetreten, als man nach Erschöpfung fast aller Erklärungsgründe, durch den Mangel an Erfolg ermüdet, zu bezweifeln anfing, ob über das Leben und seine Bedingungen eine die Erfahrung ergänzende Theorie überhaupt möglich sei. Allzu sanguinische Hoffnungen, die man früher über den Umfang und den Inhaltsreichthum solcher Theorien gehegt, haben jetzt das drückende Mißtrauen gegen jede in sich zusammenhängende Gedankenreihe erregt, während man den vereinzelten Einfällen, die sich dem natürlichen Laufe der Vorstellungen nach zur Erklärung der Erscheinungen ungezwungen darbieten, ein viel zu geringes Mißtrauen beweis't. Wie unangenehm es auch in jedem Falle für den Leser sein mag, den Eingang zu dem Gegenstande einer bestimmten Untersuchung durch sehr allgemeine einleitende Bemerkungen verzögert zu sehen: für die Darstellung dieses Gegenstandes muß ich diese Erlaubniß dennoch in Anspruch nehmen. Nicht die Thatsachen, die hierher gehören, sind zweifelhaft, sondern Allen bekannt; die widerstreitenden Erklärungsversuche aber, denen es hier gilt, wurzeln mit ihrem Recht und Unrecht nicht in ihnen, sondern in vorgängigen Ueberzeugungen und Irrthümern über die Aufgaben der Naturwissenschaft überhaupt, so wie die Mittel zu ihrer Lösung, und in den falschen Zusammenfassungen, Ausdrücken und Deutungen der Thatsachen, zu denen uns dann diese vorgefaßten Meinungen unbemerkt verleiten.

Indem wir es nun unternehmen, aus der Natur der Erkenntniß und der Dinge, so wie sie uns durch die Erkenntniß gegeben sind, eine Ueberzeugung über die Bedingungen und den allgemeinen Begriff des Lebens zu begründen, so wird dies von Allen denen als der verkehrte Weg angesehen werden, welche nur durch die Beobachtung zur Theorie zu gelangen behaupten. Allein das Räthselhafte und der Erklärung überhaupt Bedürftige in den Naturerscheinungen liegt nie einfach in dem Inhalt der Beobachtung, sondern in seinem Widerstreit gegen die Voraussetzungen über den Zusammenhang der Dinge, welche wir zur Beobachtung bereits mitbringen. Die Erfahrung und Beobachtung kann für uns nur den Beweggrund enthalten, eine Erscheinung vermöge ihrer bestimmten Eigenschaften unter die eine oder die andere jener Voraussetzungen unterzuordnen, deren Kenntniß daher immer der wirklichen Deutung der Beobachtung ebenso vorausgehen sollte, wie wir die allgemeinen und reinen Theile der Wissenschaften den angewandten

vorausschicken. So einfach dies auch ist, und so sehr auch der unvollkommenste Beobachter diese Kenntniß unmittelbar zu besitzen glauben wird, so ist es doch eine Thatsache, daß eine Reihe von Mißverständnissen hierüber der Grund der meisten Verwirrungen in unserer Wissenschaft ist, und es zeigt sich hier in aller Stärke der üble Einfluß der Gewohnheit, ohne vorgängige theoretische Ueberlegung der überhaupt möglichen und denkbaren Erklärungsprincipien sich den verwickeltsten Erscheinungen ohne Weiteres gegenüber zu stellen, und abzuwarten, welche ganz zufälligen Hypothesen sich wohl aus der Association der hierbei angeregten Vorstellungen entwickeln werden.

I. Der Antrieb zu jeder Untersuchung also liegt darin, daß eine Erscheinung den Voraussetzungen, die wir über den Zusammenhang der Dinge durch die Natur unsers Erkennens zu machen genöthigt sind, nicht entspricht, und die Erklärung besteht in nichts Anderm, als in der Hinzufügung aller nothwendig geforderten Mittelglieder, durch welche die Unvollständigkeit des unserer Beobachtung Zugänglichen ergänzt, seine Widersprüche ausgeglichen werden. Drei Verhältnisse sind es besonders, die als metaphysische Bedingungen alles Zusammenhangs der Dinge gelten und die Antriebe zu drei verschiedenen, genau von einander abzutrennenden und doch zum Unheil der Wissenschaft so oft vermischten Untersuchungsweisen abgeben: die Verhältnisse nämlich des Grundes zur Folge, der Ursachen zur Wirkung, des Zwecks zu den Mitteln.

1. Alle Dinge und alle Begebenheiten sind zuerst das, wozu sie von ihren Bedingungen gemacht worden sind, und das Bestreben aller wissenschaftlichen Untersuchung ist dieses, die Eigenschaften der Dinge rücksichtlich ihrer bestimmten Qualität, ihrer extensiven und intensiven Größe und ihrer Verbindungsweise nicht als gesetzlose, zufällige, nur auf sich beruhende Thatsachen, sondern als Beispiele allgemeiner Gesetze darzustellen. Wir finden uns nicht befriedigt, wenn wir eine Aussage allein in der Form eines Urtheils bilden können, sondern sind gedrungen, sie als einen Schlußsatz auszusprechen, dessen Wahrheit nur durch seine Prämissen begründet und bewiesen wird. Man würde dieses Bedürfniß des Geistes nach einem System von Gründen, aus dessen gesetzmäßigen Beziehungen allem Seienden die Art und Weise seines Verhaltens gegen Anderes zugemessen wird, völlig in seiner Bedeutung und seinem Werthe für den Gegenstand dieser Abhandlung verkennen, wenn man das Allgemeine nur als ein subjectives Hülfsmittel zur Bearbeitung des Einzelnen ansehen wollte. Diese Bearbeitung selbst würde vielmehr kein Motiv mehr haben, wenn nicht in der Zurückführung des Einzelnen und Mannichfaltigen unter allgemeine Gesetze das Interesse des Erkennens selbst läge. Die ältere Metaphysik hat den Sinn dieser Voraussetzung lebhaft und energisch in dem Satze omne ens est verum, ausgesprochen; sie hat damit angedeutet, daß eine Welt von Dingen, deren jedes sich selbst Gesetz sei und durch ein inneres Belieben oder nach Zufall eine Summe von Eigenschaften an sich hervortreibe, eine unwahre Welt sein würde; daß darüber, was jedes Ding sein solle, gar nicht ihm selbst die Entscheidung zustehe, sondern daß darüber außerhalb seiner selbst entschieden werde, von den Bedingungen nämlich, welche ihm, auf das für alle Dinge gültige Recht allgemeiner Gesetze hin, die Form seines Daseins und seines Verhaltens bestimmen. Erkennen wir diese metaphysische Wahrheit an, die allerdings hier nur kurz in Erinnerung gebracht werden kann, so werden wir an jede Theorie, somit auch an die der Lebenserscheinungen diese erste methodische Forderung stellen, daß sie Alles, was einer einzelnen

Erscheinung an Inhalt gehört, ihr nur nach dem allgemeinen Recht aller Dinge in seiner Anwendung auf die speciellen Verhältnisse zuschreibe; daß die Veränderungen, die in irgend einem Complex von Eigenschaften durch den Hinzutritt einer neuen Bedingung entstehen, nie als völlig neue und unvermittelt hervortretende gedacht werden, sondern daß sie jederzeit aus der Summe der vorhandenen Bedingungen sich nach jenen allgemeinen Gesetzen als nothwendige, ihrer Qualität nach vollkommen determinirte Folgen voraussagen lassen müssen. Damit es nicht scheint, als ständen diese abstracten Erinnerungen außer Zusammenhang mit unserm Gegenstande, so erinnern wir vorläufig an eine Ansicht von der Lebenskraft, welche die Räthsel des Lebens durch Leugnung des Dogma der metaphysischen Wahrheit zu lösen sucht. Es hat für die unbefangene Vorstellung etwas Unglaubliches, daß die verwickelten Lebensvorgänge aus den Beziehungen der einzelnen zusammensetzenden Theile des Körpers nach den nämlichen Gesetzen entstehen sollen, welche auch abgesehen vom Leben das Verhalten jener Stoffe gegen einander bestimmen würden. Man hat die Behauptung bedenklich gefunden, daß Gott es sich versage, in das einmal festgesetzte System von Gründen und Folgen abändernd einzugreifen, daß er nur an bestimmte einfache Grundelemente unveränderliche Wirkungsformen geknüpft habe, das gesammte Spiel des Geschehens aber nur den gesetzmäßigen Verschlingungen dieser Einfachheiten hervorzubringen überlasse. Man könne sich im Gegentheil denken, daß z. B. die Verbindung einzelner chemischer Grundstoffe als solche Verbindung Eigenschaften und Wirkungsformen entfalte, die nicht nur unsere Erkenntniß nicht als Resultate aus den Eigenschaften der Bestandtheile begreifen könne, sondern die selbst objectiv keineswegs aus deren Zusammensetzung hervorgehen, vielmehr unmittelbar und mit einem neuen Anfange von Gott mit jener Verknüpfung ohne Rücksicht auf mechanische Gesetze, verbunden würden. So zeigen der Sauerstoff und Schwefel einzeln Verwandtschaften gegen andere chemische Elemente, die der Schwefelsäure keineswegs, und diese wiederum deren, welche weder dem S noch dem O zukommen, noch auch von der Chemie als ein Mittleres aus den Eigenschaften beider dargestellt werden könnten. Zu solchen Eigenschaften sollten aber vorzugsweise die des lebendigen Körpers gehören, die sich dadurch jeder Berechnung und Construction nach den mechanischen Principien der übrigen Physik entzögen. — Es kommt bei Beurtheilung dieser Ansicht hauptsächlich darauf an, ob die Verknüpfung solcher lebendigen Eigenschaften mit jeder analog zusammengesetzten Masse stattfinde, oder ob, wenn gleich die chemische Constitution zweier Körper völlig gleich ist, es selbst dann noch zweifelhaft ist, ob ihnen beiden, oder einem, oder keinem jene neuauftretende Eigenschaft zukommen werde. Nur die Annahme einer solchen Zufälligkeit widerspricht der metaphysischen Wahrheit; sobald aber zugegeben wird, daß allen gleichen Massen auch jene neue Eigenschaft gleichmäßig zukomme, bildet ihre mangelnde Ableitbarkeit aus den früheren durchaus keine Schwierigkeit. Ueber den Sinn und die Möglichkeit einer Construction einer Erscheinung aus ihren Bedingungen herrschen aber Irrthümer, die an dieser Stelle, so wie später bei dem Verhältnisse zwischen Seele und Leib, zu den größten Dunkelheiten führen. Man glaubt, eine Theorie, welche alles Mannichfaltige als Folge allgemeiner Gesetze oder der Zusammenfassung der Theile ansieht, müsse nun auch wunderbare Aufklärungen darüber geben können, wie jene Gründe, jene Gesetze es machen, um eine Folge zu bedingen. Unter dem Einfluß solcher Vorstellungen erheben sich nun die Vorwürfe, daß man doch hier aus den Eigenschaften der Theile

die des Resultats nicht herzustellen, nicht zu machen vermöge. Dieser Vorwurf würde vollkommen richtig sein, wenn man ihn auf jede synthetische Untersuchung ohne Unterschied ausdehnte; es ist aber falsch, wenn man hier eine Grenzlinie zwischen dem Lebendigen und Mechanischen ziehen will, gleich als ließen sich im Gebiete des letztern die Eigenschaften eines Products wirklich in der Art aus den Eigenschaften seiner Bestandtheile fabriciren, wie man es im Gebiet des Lebendigen für unmöglich hält. Blicken wir auf einen der einfachsten Grundsätze der mechanischen Physik, das Parallelogramm der Kräfte; läßt etwa hier die Diagonale sich wirklich so aus den Seiten machen, wie man die Eigenschaften der SO^3 gern aus denen des S und O machen möchte! Keineswegs; dieser Satz würde zu seiner Begründung nicht so künstliche analytische Beweise hervorgerufen haben, wenn man es einsähe, wie die beiden Seitenkräfte es machen, um ihre discrepanten Richtungen in einer Resultante zu vereinigen. So wie hier, so ist nun jede Resultante, jeder Erfolg, der aus dem Zusammenkommen von Bedingungen entsteht, etwas Neues, von dem sich nur einsehen läßt, daß er durch jene Bedingungen seiner Qualität nach bestimmt wird, ohne daß wir es je wegbekommen, wie diese Bedingungen es wieder anfangen, etwas ihnen ganz Unähnliches zu bedingen. Wenn Jemand in der Logik fragte: wie geht es zu, daß *A* und *Non A* sich widersprechen; wie fangen sie's an? so wäre dies der nämliche transscendente Vorwitz, der sich mit dem Gesetze nicht begnügt, sondern auch noch die Maschinerie wissen will, durch welche seine einzelnen Theile in Beziehung gesetzt werden. Es ist daher keineswegs ein Vorwurf für die Ansicht, welche das Dogma der metaphysischen Wahrheit fest hält, daß die Qualitäten des Zusammengesetzten ganz andere sind, als die des Einfachen; wenn wir gleich aus dem Geschmacke des *S* und des *O* den der SO^3 nie erzeugen werden, so sehen wir doch an den mannichfaltigen analogen Verhältnissen der Salzbildung und Krystallisation, welche analog zusammengesetzte Säuren zeigen, daß die Eigenschaften sich der Zusammensetzung proportional verhalten. Dies allein, wie die Logik weiter zu entwickeln hat, wird von jeder Theorie verlangt, daß die Erfolge, die einmal zu gewissen Bedingungen gehören, sich den Veränderungen dieser Bedingungen in irgend einer Weise proportional verändern; keineswegs aber, daß ihre Qualität an und für sich der Qualität der Bedingungen gleich oder ähnlich sei, oder sich auch nur aus ihnen entwickeln lasse.

Indessen sind wohl jene Verknüpfungen neuer Eigenschaften mit den Zusammensetzungen des Einfachen nicht in diesem Sinne gemeint, wodurch sie als allgemeine Facta selbst zu untergeordneten Gesetzen würden, sondern die Allmacht Gottes mag dem einen Stoffe eine Kraft mittheilen, die sie einem andern vollkommen gleichen versagt. Der Allmacht Gottes können wir freilich keine Schranken setzen; andere seiner unendlichen Eigenschaften, wenn wir uns ihrer erinnern, würden uns aber abmahnen, eine solche Aeußerung der Allmacht ihm zuzuschreiben. Wie dem auch sei, möchten doch alle solche Theorien bedenken, daß sie dadurch, daß sie zu viel behaupten, jede Behauptung unmöglich machen! Wenn die Physiologie des Lebendigen den Satz aufstellt, daß aus der Complexion einfacher Stoffe *a*, *b*, *c*, manchmal zwar das Resultat *d* folge, welches nach allgemein mechanischen Gesetzen dieser Verbindung zukommt, manchmal aber auch *e*, welches ohne mechanische Berechtigung von der Allmacht Gottes hinzugefügt werde, wer kann uns dann noch die Richtigkeit mechanischer Regeln auch nur innerhalb der Grenzen des unbelebten Geschehens sichern? Warum soll nicht auch am

Hebel zuweilen eine mechanisch nicht zulässige Wirkung hervortreten? Mit dieser Annahme, daß aus gleichen Prämissen mehr als ein Schluß möglich ist, hört alle Naturwissenschaft in einer haltlosen Zweideutigkeit der Gesetze und Erscheinungen auf. Ueberhaupt bedenken wohl manche Ausbildner von Theorien in der Physiologie nicht, daß alle Freiheiten, die sie sich hier gestatten, nothwendig auf die Physik zurückwirken müssen. Denn die Erfahrung ist es doch wohl nicht, aus der wir wissen, daß die Grundlehren der Physik richtig sind; sie werden uns vielmehr durch die Nothwendigkeit unsers Erkennens verbürgt. Sind sie aber wirklich nothwendige Grundlagen aller Erfahrung, so kann man sie nicht in dem einen Theile derselben aufheben wollen, und doch auf ihre Gültigkeit in dem andern sich noch verlassen.

2. Jedes abstracte Gesetz ist als solches nur eine Beziehung, die bloß an anderem bereits Wirklichen selbst zur Wirklichkeit kommen kann. Indem es die Folge bestimmt, welche nothwendig eintreten muß, wenn zwei Prämissen in einer bestimmten Weise gegeben sind, muß es doch darauf warten, daß dieser Fall des Gegebenseins beider Prämissen irgend einmal eintrete. Aus dem Gesetze allein folgt daher gar Nichts; Alles vielmehr aus seinen Anwendungen. Um also eine nach gegebenen Prämissen nothwendige Folge in der That zu verwirklichen, müssen die Prämissen selbst ein Wirkliches sein, und auf diese Weise auch der Consequenz ein gleichartiges Dasein unter dem Wirklichen verschaffen. Der Begriff der Ursachen, wie wir jene wirklichen Prämissen nennen, hat ebenfalls mehren wichtigen Mißdeutungen unterlegen, deren Einfluß die Lehre vom Leben überall spürt. Man hat sich zuerst gewöhnt, von einer Ursache einer Erscheinung zu reden, obwohl nothwendig zu jeder Wirkung eine Mehrheit von Ursachen nöthig ist. Nach dem bestimmtesten Sprachgebrauche nämlich ist Ursache nie etwas Anderes, als ein wirkliches Ding, dessen Eigenschaften, wenn sie mit den Eigenschaften eines andern ebenso wirklich vorhandenen Dinges in eine bestimmte Beziehung treten, mit diesen zusammengenommen den vollständigen Grund darstellen, aus dem eine Folge hervorgeht, die hier, wegen der Wirklichkeit der Prämissen, ebenfalls ein wirkliches Ereigniß, eine Wirkung ist. Die Ursachen sind daher nichts Anderes als Vehikel der Wirklichkeit für die abstracten Theile des Grundes, und der ganze Zusammenhang der Bewirkung nur eine Wiederholung dieses Verhältnisses zwischen Grund und Folge auf dem Gebiete der Wirklichkeit. Wenn Pulver durch einen glühenden Körper explodirt, so sind beide zusammen Ursachen dieser Wirkung; jedes einzeln besitzt Eigenschaften, die mit denen des andern in eine bestimmte Beziehung, in diesem Fall: räumliche Berührung, gebracht, nach den allgemeinen Gesetzen, die über das Verhältniß der Temperatur und der Expansion expansibler Stoffe obwalten, diesen Effect hervorbringen mußten. Niemals hingegen kann es eine einzige Ursache einer Wirkung geben; denn wo beide Prämissen in einem Dinge vereinigt wären, könnte es kein Hinderniß mehr geben, um dessenwillen die Folge zu entstehen zögerte; und so würde unverweilt Alles zu einer ruhenden Eigenschaft zusammensinken. Noch weniger darf man glauben, daß aus der Ursache, wie aus einem dunklen Wesen ein Uebergang immaterieller oder materieller Elemente in das Bewirkte stattfände, so daß dessen Elemente erst hierdurch einen Stoß oder Impuls zur Aenderung erhalten hätten. Ueberall vielmehr, wo aus zwei Prämissen nach Maßgabe der allgemeinen Gesetze wirklich etwas folgen kann, da folgt es auch unmittelbar und hat keinen Widerstand der Trägheit zu überwinden; sondern überall, wo sich Widerstand zeigt, deutet er die Unvollständigkeit der Prämissen an, die auf eine Ergänzung warten, um etwas bedingen zu können. Wir müssen ferner noch daran erinnern, daß allge-

meine Gesetze für das verschiedenste Einzelne eine gleiche Möglichkeit eröffnen. Warum nun gerade eine bestimmte empirisch beobachtete Wirkung existirt, läßt sich nicht aus dem Gesetze, sondern nur aus seiner Anwendung auf eine bestimmte, vorgegebene Anordnung der bedingenden Umstände erklären. Wo daher in einer Wissenschaft die bestimmte Form einer der Erfahrung vorliegenden Erscheinung, noch vielmehr aber, wo verschiedene Erscheinungen gleichzeitig abgeleitet werden sollen, da kann die Erklärung nie aus einer einfachen Ursache gelingen, sondern überall werden wir mehre, vielleicht einen Concurs sehr vieler Ursachen mit bestimmt angeordneten Dispositionen voraussetzen müssen, welche dem überall gleichen Befehle des Gesetzes verschiedene Angriffspunkte seiner Macht gewähren. Wir haben daher unbedingt jede Theorie vom Leben zu verwerfen, welche uns eine Ursache desselben anzugeben verspricht. Wie man auch ein solches Realprincip des Lebens bestimme, ob als Lebensmaterie, Lebensgeist, Lebenskraft, Seele, Trieb oder als Lebensprincip überhaupt: nie wird sich daraus das Geringste folgern lassen, wenn man nicht dem Satz der vielen Ursachen sein Recht giebt und noch die anderen Ursachen hinzusucht, welche jenes überall gleiche Princip durch ihre Verschiedenheit zu verschiedenen Wirkungen bringen. Dann beginnt aber die wahre Physiologie da, wo solche Theorien aufhören.

Eine solche bestimmte Anordnung der Ursachen, welche dem Gesetze einen Fall der Anwendbarkeit verschaffen, kann nur empirisch kennen gelernt werden, weil sie keine nothwendige, sondern an und für sich nur eine mögliche neben anderen möglichen ist. Da nun ferner von jeder Erscheinung der Kreis der bewirkenden Ursachen sich nach rückwärts immer mehr vervielfältigen muß, so ist jede Untersuchung der Ursachen des Geschehens eine unvollendbare und kann sich nur dadurch eine Grenze geben, daß sie irgendwo eine gegebene Disposition der Umstände als die durch die Erfahrung verbürgte Thatsache festhält, auf welche sie die allgemeinen Gesetze anwendet. Es ist nicht ohne Wichtigkeit, dies festzuhalten, daß jede Naturwissenschaft immer nur lehren kann, was unter gegebenen Bedingungen aus allgemeinen Gesetzen mit Nothwendigkeit folgen muß, daß sie aber die Existenz jener Bedingungen sich nicht ebenfalls mitconstruiren kann. Ihre Aufgaben bestehen nur darin, aus dem Gegenwärtigen das Zukünftige vorauszusagen, das Vergangne rückwärts analysirend aufzufinden, das der Beobachtung Unzugängliche aus dem ihr Zugänglichen zu errathen, überhaupt den immanenten Zusammenhang eines nach seiner Qualität und Existenz empirisch vorhandenen Systems von Veränderungen zu berechnen, keineswegs aber Vergangenes, Gegenwärtiges und Zukünftiges zusammengenommen, also die Totalität des Gegenstandes selbst aus irgend etwas Anderm zu deriviren. So berechnet die Astronomie die Verhältnisse der vorhandenen Sterne, so jede Naturwissenschaft einen vorhandenen Theil der Natur. Wenn nun auch die Lehre vom Leben sich dadurch auszeichnet, daß ihr Gegenstand, der Mensch, rücksichtlich seiner Entstehung nicht über die Grenzen der Beobachtung hinausfällt, diese vielmehr selbst ein Gegenstand der Wissenschaft ist, so entsteht doch der einzelne aus der Gattung; diese aber sehen wir als unveränderliche Grundlage in der Fortpflanzung der Geschlechter bestehen, und ihr Anfang, ebenso wie der des Sternensystems, gehört nicht mehr der Wissenschaft von der Natur, sondern der von der Schöpfung, d. h. er ist Gegenstand religiöser und mythischer, aber nicht exacter Betrachtungen.

3. Obwohl wir nun bei Verfolgung der Ursachverhältnisse überall in eine unendliche Reihe hinausgedrängt werden, so läßt sich eine abschließende Befriedigung für die Untersuchngu doch durch die Auffindung des Zwecks gewinnen.

Wir werden nicht erfahren können, durch welches Kunststück der schöpferischen Macht es gelungen ist, alle nun weiter zu Folgen ausschlagenden Ursachen gerade in den gegebenen Verhältnissen zusammenzubringen, aber wir werden für dieses seiner Entstehung nach unerklärliche Factum in der als Zweck zu erfüllenden Idee doch eine Rechtfertigung seiner Existenz, als einer bedeutungsvollen, nothwendigen und nicht zufälligen finden. Diese Rechtfertigung würden wir ohnehin auch dann suchen, wenn es gelänge, die Causalreihe zu schließen; eine letzte Ursache, aus der mit blinder Nothwendigkeit Alles hervorginge, würde nie unsere Erkenntniß befriedigen; wir würden vielmehr immer verlangen, daß nicht Alles nur so, sondern um irgend eines Zieles, eines werthvollen Zwecks willen sei. Ebendeßwegen nun, weil wir die Voraussetzung der Zweckmäßigkeit so allgemein machen, und weil diese Betrachtungsweise in der That die höchsten Interessen des Geistes zu befriedigen bestimmt ist, müssen wir uns recht sehr hüten, die Eigenthümlichkeiten des Zweckbegriffs nicht mit denen des Ursachbegriffs zu verwechseln. Vor allen Dingen ist der Zweck als solcher nie ein Seiendes; denn so lange er unerfüllt ist, ist er ein Sein-sollendes; aber selbst der erfüllte Zweck ist nie etwas Wirkliches, ist nie ein Ding, sondern immer nur eine Relation, ein Verhältniß, ein Thun oder Leiden der Dinge; denn nur den Inhalt eines Urtheils kann man sich zum Zweck setzen, nicht den eines Begriffs. Um deßwillen können wir daher niemals von dem Zwecke das Nämliche verlangen, was die Ursachen leisten sollen; er kann nie eine Wirklichkeit begründen, sondern immer nur ein Befehl sein, der eine gewisse Form der Zusammenordnung des Wirklichen gebietet, damit aus den Causalverhältnissen dieser Mittel sein eigener Inhalt als ein später gewordenes Resultat hervorgehe. Die Erfüllung des Zwecks ist daher nie seine That, sondern sie ist nur möglich, wenn alle Mittel, aus deren blinder Ursächlichkeit der Zweck hervorgehen soll, bereits so angeordnet sind, daß die Gestalt des vorbestimmten Erfolgs aus ihnen bloß unter der Anwendung allgemeiner Gesetze folgen muß. Der Zweck gewinnt also nur dadurch eine Macht über den Ablauf der Wirkungen, daß er in den Dispositionen der Ursachen schon im Keime verborgen ist, keineswegs aber so, daß er ohne auf diese Weise gestützt zu sein, von außerhalb der Wirklichkeit her die Ursachen zu seiner Verwirklichung zusammenzutreiben oder ihre zufällig vorhandenen Beziehungen nach seinem eigenen Inhalte zu modificiren vermöchte. So ist der Zweck eine legislative Gewalt, welcher sich die Massen der Natur niemals fügen, wenn sie nicht durch das Mittel der Ursachen, welche die executive Gewalt bilden, von Anfang an gezwungen und in einen bestimmten Ablauf hineingedrängt würden. In Bezug hierauf haben vielfache Irrthümer lange, noch bis in die neueste Zeit der Physiologie den größten Schaden gebracht. Man hat sich gewöhnt, die Untersuchung der Ursachen und die der Zwecke für zwei Bearbeitungsweisen zu halten, deren eine in dem einen Theile der Erscheinungen, die andere in einem andern Theile mit Recht angewandt werde, und deren jede immer da aushelfe, wo die andere im Stich lasse. Allein beide Principien sind vielmehr ganz allgemein; sie wollen auf jeden Gegenstand der Untersuchung gleichmäßig angewandt sein, aber jedes in einem ganz andern Sinne. Nicht bloß das Leben, sondern auch jedes unbelebte Geschehen muß auf einen verborgenen Zweck hin untersucht werden, nicht bloß das letzte aber, sondern auch das erste verlangt, damit diese Zwecke sich realisiren können, eine fortgesetzte und in keinem Punkte unterbrochene Instrumentation der Ursachen. Wer die eine Erscheinung aus ihren Ursachen, die andere aus ihren Zwecken erklärt, beantwortet ganz verschiedene Fragen; er zeigt von der ersten, welcher Kunstgriffe die Natur sich zu ihrer Verwirklichung be-

dient, von der zweiten, daß ihre Existenz nicht ein läppisches Spiel der Natur sei, sondern daß es vernünftige Motive für einen solchen Zusammenhang der Ursachen giebt, welcher an einer bestimmten Stelle jenen Kunstgriff realisirt. Für unsere Wissenschaft ist es nun keineswegs allein von Interesse, den vernünftigen, zweckmäßigen Zusammenhang des Lebens zu ersehen; wir wollen vielmehr wissen, wie die Natur, und durch welche Mittel sie ihre Zwecke erreicht, damit wir, falls unsere individuellen Zwecke denen der Natur einmal entgegenstehen sollten, uns auch der Mittel zu bedienen wissen, den Ablauf jener aufzuhalten. Für jede Wissenschaft, die, wie die Medicin, einen praktischen Theil hat, muß daher die Untersuchung der Ursachen oder Mittel ein Uebergewicht über die der Zwecke erlangen.

So wenig nun diese beiden Bearbeitungsweisen gemein haben, so können sie doch einander Vorschub leisten. Wir sind häufig nicht nur über die speciellen Gesetze, sondern auch über den der Beobachtung entzogenen Theil des Thatbestandes im Unklaren, welcher die letzte der Erfahrung zugängliche Gestalt des Erfolges bedingt. Hier können teleologische Betrachtungen als leitende Gedanken angewandt werden. Können wir nämlich irgendwo einen Zweck errathen, welchen die Natur verfolgt, so werden wir sogleich auf eine engere Auswahl von Hypothesen hingewiesen, welche die Mittel angeben, deren sich die Natur bedient haben dürfte. Die Untersuchung, die zuerst völlig principlos war, gewinnt hierdurch eine bestimmtere Richtung, indem sie nicht Ursachen überhaupt, sondern solche aufsuchen lehrt, die geschickt sind, durch ihr gesetzmäßiges Wirken nicht nur die unmittelbar vorliegende Erscheinung, sondern auch deren Verhalten bei Erreichung jenes Zwecks zu bestimmen. Ein errathener Zweck giebt immer der Erscheinung mehr Inhalt, denn er zeigt sie uns so, wie sie künftig sein wird; gelingt es nun, noch specieller jenen Zweck in einzelne verschiedene Fälle zu zerlegen, so werden wir eine Menge von Bedingungsgleichungen erhalten, denen allein der unbekannte Thatbestand der wirkenden Ursachen entsprechen muß, um nach allgemeinen Gesetzen die verlangte Erscheinung zu begründen. Die teleologischen Ansichten gewähren daher nie die Erklärung selbst, sondern sie leiten nur auf die Mittel zurück, deren Verhältnisse gegen einander diese Erklärung geben. Insofern ist allerdings der Nutzen teleologischer Betrachtungen groß. Wissen wir z. B., daß der Organismus bestimmt ist, sich gegen eine Summe kleiner äußerer Störungen in gewissen Grenzen gesund zu erhalten, so lenkt die Rücksicht auf diesen Zweck unsern Blick bei der Entwerfung der Hypothesen über die Ursachen des Lebens sogleich auf einen kleinern, bestimmtern Kreis von Vorgängen des Stoffwechsels, aus dem in der That viele Erscheinungen rückwärts die gewünschte Aufklärung erhalten.

In dieser Anwendung der Teleologie als heuristischer Maxime werden wir leider sehr oft durch den Umstand gehindert, daß zwar allgemeine Gesetze a priori begriffen werden können, wirkliche Verhältnisse und Thatsachen der Beobachtung und dem Experiment offen stehen, die Zwecke aber, die die Natur verfolgt, uns keineswegs unmittelbar gegeben sind, und meist nur nach einer sehr häufigen Analogie der Erscheinungen aus diesen selbst geschlossen, oder in ganz unbestimmter Weise nur im Allgemeinen vorausgesetzt werden können. Hierdurch kommen wir in Gefahr, das Zufällige, welches jederzeit mit dem Ablauf einer Zweckerfüllung verbunden ist, für Zweck zu nehmen. Die Mittel nämlich, welche jeder Zweck zu seiner Erfüllung voraussetzt, können nicht einzig die Eigenschaften enthalten, die zu dieser Erfüllung nöthig sind; als concrete Dinge werden sie vielmehr noch eine Menge andern, der Zweckbeziehung ganz äußerlichen Inhalts in sich schließen, der doch, einmal wirklich vorhanden, sei-

nerseits nicht gehindert werden kann, ebenfalls in die ihm zugehörigen Folgen überzugehen. So entsteht mit dem Zweckmäßigen immer auch das Nebenproduct des Zufälligen, zwar auch nach den nämlichen, allgemeinen Gesetzen durch bestimmte Ursachen hervorgebracht, aber durch solche, die nicht um seiner selbst willen, sondern zur Verwirklichung eines Andern zusammengekommen waren. So oft wir bei der Construction einer Maschine uns starrer Körper bedienen, deren Bewegungen wir ein Hypomochlion geben, werden wir überall als ein zufälliges, selbst zweckwidriges Nebenproduct die Reibung ertragen müssen, welche allen festen Körpern noch außer der hier benutzbaren Eigenschaft der Starrheit eigenthümlich ist. Solche Wirkungen müssen unleugbar auch im lebendigen Organismus eintreten, und es ist einer der verderblichsten Grundsätze für die Deutung der Erscheinungen, wenn man behauptet, daß im Organismus nichts vergebens, nichts zufällig sei. Die Eigenschaften der feuchten, elastischen und weichen Massen, welche einen biegsamen und nachgiebigen Leib zusammensetzen sollten, müssen offenbar sehr vielen äußeren Schädlichkeiten schwache Seiten darbieten; dies ist eine zufällige Inconvenienz, die sich von der Natur der einmal angewandten Mittel nicht trennen ließ. Anderseits sind manche Processe im Körper nur in einzelnen Augenblicken wirklich nöthig; könnte man aber alle in einem gegebenen Momente stattfindenden Vorgänge im Körper zusammenfassen, so würde sich in ihnen gewiß des Zufälligen und Zwecklosen vieles finden. Nur so lange kann daher ein so zusammengesetztes System zweckmäßig bestehen, als jene zufälligen und zweckwidrigen Wirkungen in der Zusammenordnung der wirkenden Thätigkeiten bereits berücksichtigt und durch andere Wirkungen übertragen werden. In der That aber liegt in diesem Zusammenhange des Zweckmäßigen mit dem Zufälligen, und in der Unzertrennlichkeit des letzten von dem ersten der Grund, aus welchem die Möglichkeit der Störung und Krankheit später zu begreifen sein wird.

Nach diesen Bemerkungen stellen wir an jede Theorie über die Lebenserscheinungen die methodischen Anforderungen, nie einen Zweck für die Ursache der Verwirklichung und der Qualität einer Erscheinung auszugeben; nie die Aufzeigung der Zwecke und der Ursachen als zwei coordinirte, nach Maßgabe der Umstände beliebig anzuwendende Principien der Erklärung zu brauchen; nie ferner zu glauben, daß die Darstellung des Zwecks davon dispensiren könne, auch noch die causale Instrumentation aufzuweisen, durch welche der Zweck verwirklicht worden ist. Leider ist der Umfang unserer Kenntnisse so lückenhaft, daß wir sehr oft genöthigt sein werden, die eine Untersuchungsweise aufzugeben, und vorläufig Befriedigung in der andern zu suchen; allein überall ist dann auch zuzugestehen, daß wir etwas noch nicht wissen, keineswegs aber dürfen wir durch das Vorgeben zu blenden suchen, daß wir die Lücke der einen Betrachtung durch Beihülfe der andern decken könnten.

II. Nach diesen allgemeinsten Erinnerungen bleibt uns die Kritik der specielleren Erklärungsgründe übrig, die bei der Betrachtung des Lebens angewandt werden. Da die Erscheinungen des Lebens sämmtlich entweder in Veränderungen und Bewegungen materieller Theile bestehen, oder solche voraussetzen, oder in sie übergehen, so müssen wir zuerst die allgemeinsten hierauf Bezug nehmenden Abstractionen durchgehen, den Begriff nämlich der Kraft, den Unterschied zwischen Mechanismus und Organismus, endlich die Ideen der Natur.

1. Der Begriff der Kraft ist in der Physik von dem wohlthätigsten Einfluß auf die Berechnung der Erscheinungen gewesen; hätte man ihn in der Physiologie in demselben Sinne gebraucht, in dem er dort angewandt wird, so würden wir es umgehen können, auf seine Entstehung und die Grenzen seiner

gültigen Anwendung zurückzukommen. Kräfte zeigt keine Erfahrung, sie sind ein Supplement des Gedankens. Die vergleichende Abstraction leitet zuerst aus den Erscheinungen immer nur allgemeine Gesetze der Beziehung her; sie sagt uns z. B., daß alle im Raume gleichzeitig vorhandenen Körper sich mit zunehmender Geschwindigkeit nähern, deren Beschleunigung den Quadraten der Annäherung proportional ist. Nur Gesetze dieser Art fließen unmittelbar aus der analysirenden Kritik des Thatbestandes, und sie werden jeder philosophischen Forschung vollkommen genügen. Allein durch einen unwiderstehlichen Hang, über dessen Ursprung man sich aus der Metaphysik unterrichten mag, wird der denkende Geist angetrieben, dasjenige, was den Dingen in ihrem Zusammensein begegnet, als Verdienst oder Schuld, als That überhaupt eines Subjects anzusehen, und die bloß denkbare Möglichkeit, in gewisse Verhältnisse zu kommen, als eine reale Eigenschaft des Dinges zu betrachten und sie so in Gestalt einer den spätern Erfolg herbeiführenden Kraft in das Innere des Dinges zu verlegen. Wir wissen, (I, 1) daß über das Verhalten jedes Seienden gegen andere nicht von ihm selbst, sondern von allgemeinen Gesetzen entschieden wird; insofern ist es eine Fiction, wenn der Begriff der Kraft dennoch das, was dem Dinge nur in Folge der Gesetze unter gewissen Bedingungen zukommt, als ein ihm eigenthümliches Verdienst, Kraft und Tugend ihm zuschreibt. Besonnenen Physikern ist dies nie entgangen. Sie sahen wohl, daß ihre Attractions- und Repulsionskräfte an und für sich nichts wirken, sondern warten müssen, bis ein zweites Molecül einen Fall der Anwendung darbietet. Die Physik hat nur zu wenig Interesse bei diesen Begriffsbestimmungen und hat daher sich mit dem Ausdruck latenter Kräfte begnügt. Wir werden aber hier offenbar sagen müssen, daß Kräfte gar nichts in den Dingen wirklich Vorhandenes, noch weniger etwas Fertiges, ihnen ein für allemal Inhärirendes sind, sondern daß die Dinge solche Kräfte zuweilen erlangen, in dem Momente nämlich, wo aus dem Zusammenkommen ihrer Eigenschaften mit denen anderer in irgend eine Beziehung eine Folge hervorgeht. Die Dinge wirken nicht, weil sie Kräfte haben, sondern sie haben dann scheinbare Kräfte, wenn sie etwas bewirken. — In der Physik ist nun dieser imaginäre Begriff der Kraft deßwegen von äußerst glücklicher Anwendung, weil ihm immer der Satz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung zugesellt wird. Es giebt für die Physik keine Anziehung und Abstoßung, die ein Körper einseitig auf den andern ausübte, ohne sie von ihm auch wieder zu erleiden. Hierdurch erkennt die Physik in allen ihren Anwendungen den Satz der vielen Ursachen an; sie spricht nie von Kräften, ohne mindestens zwei Träger derselben zu haben, zwischen denen als den zwei Prämissen der künftigen Folge, die Kraft der Bewirkung getheilt wird. Nächstdem abstrahirt die Physik ihre Kräfte aus den Gesetzen der Gegenwirkungen; sie erkennt keine Kraft an, die nicht nach irgend einem Gesetze eine bestimmte Wirkung hervorbrächte, und dieses Gesetz ist jederzeit so bestimmt, daß die Wirkung eine Function der Bedingungen, z. B. der Entfernungen zweier Körper ist. Indem sie so gestattet, in diesen Proportionen das eine Glied aus der Erfahrung zu bestimmen, das andere aber hieraus zu berechnen, giebt sie über das Einzelnste der Erscheinungen, überall wo ihre Theorie vollendet ist, einen vollständigen Aufschluß. Sie erkennt an, daß die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen nur dadurch zu einer wissenschaftlichen Erkenntniß gebracht werden könne, daß in den Begriff der wirkenden Kraft ihr Gesetz mit aufgenommen, und ihr selbst auf diese Weise unendlich viele Angriffspunkte dargeboten werden, aus denen eine ebenso unendliche Mannichfaltigkeit der letzten Erfolge hervorgehen kann. So entspricht der physikalische Begriff der Kraft allen philosophischen Anforde-

rungen; er ist zwar eine Fiction, aber eine solche, deren Vortheile allein benutzt werden, während man ihre Nachtheile durch eine geschickte Bestimmung der Rechnungsregeln umgeht.

Gegenüber dieser bestimmten und trefflichen Ausbildung des Kraftbegriffs bietet sein Gebrauch in der Physiologie einen trostlosen Anblick dar. Die Lehre vom Leben hat vom Begriff der Kraft nur das Falsche beibehalten, alles Richtige aber mit eiserner Consequenz ausgerottet. So hat die Physiologie nie daran gedacht, etwas dem Gesetze der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung Aehnliches von ihrer Lebenskraft zu prädiciren, sondern mit dem offenbarsten Verstoße gegen den Satz der vielen Ursachen ist überall nur von „der" Lebenskraft gesprochen worden, die für ihr Wirkungsgesetz ebensowohl als für ihre Angriffspunkte selbst sorgen konnte. Man kann die tiefen Irrthümer der Physiologie nicht kürzer beisammen finden, als in der oft gebrauchten Definition, daß die Kraft die unbekannte Ursache der Erscheinungen sei. In ihr lernen wir nicht bloß die Kraft als ein Ding kennen, da sie doch immer nur der Grund eines Geschehens sein kann; wir hören nicht bloß, daß eine einzige Ursache zur Bewirkung einer Erscheinung hinreicht; nein, sondern wir lernen auch, daß man eine ganze Masse von Erscheinungen zusammenraffen könne, um sie einer Ursache zuzuschreiben, ohne daß man sich im geringsten zu zeigen bemühe, wie denn nun aus der einen Kraft so Verschiedenes hervorgehen soll. Und welche Erscheinungen sind dies! Nicht constante, nicht simultane, sondern solche, die außer, daß sie durch äußere Einwirkungen mannichfach abgeändert werden, selbst unter einander ganz disparat, endlich in verschiedenen Zeiten der Entwicklung ganz verschieden sind! Und dieses ganze Reich der Mannichfaltigkeit hat man mit einem Griffe zusammengenommen als Resultat einer Lebenskraft, ohne zu bedenken, daß, anstatt mehr Licht, man in der That nur mehr Dunkelheit erlangt, da nicht nur alles Einzelne noch ebenso unerklärt bleibt, als vorher, sondern auch noch das andere Räthsel eintritt, wie aus Einem so Vieles entstehen solle. Was würde man sagen, wenn Jemand zu behaupten sich begnügte, daß die Bahnen fallender Körper von der Schwerkraft abhingen, ohne hinzuzufügen, daß der eine geradlinig falle, weil ihm während seiner Ruhe die Unterstützung entzogen, der andere schief, weil seine Unterstützungsebene geneigt wurde, der dritte parabolisch, weil er im Anfang des Falls eine progressive Geschwindigkeit in horizontaler Richtung hatte. Wo sind nun aber für die Lebenskraft diese zweiten Prämissen, die bestimmten Angriffspunkte der allgemeinen Kraft, die allein eine concrete Gestalt des Erfolgs bedingen können? Wo kann man die wechselnden, empirischen Größen so anbringen, daß sie nach den inneren Proportionen in dem Gesetze der Wirkung nun auch andere Größen bestimmten? Ueberhaupt welches ärmste und geringste Mittel ist denn nur diesem Begriffe der Lebenskraft gegeben, wodurch aus der hohlen, nebulosen Emphase der Phantasie irgend etwas, was Hände und Füße hätte, sich entwickelte? Ich tadle nicht, daß man diese Ausbildung des Begriffs bis jetzt nicht gefunden hat, aber ich tadle, daß man sie sogar nicht gesucht, und daß man endlich, als von allen Seiten die Beobachtungen darauf hindrängten, dennoch bei dem falschen Begriff einer einzigen bewirkenden Kraft des Lebens stehen geblieben ist, der, weil er ein metaphysischer Irrthum ist, jeden Fund unmöglich machen mußte. Der Fehler gegen den Satz der vielen Ursachen hat nicht unterlassen, in die traurigsten Verwirrungen der Begriffe hineinzuführen. In der Physik wird jede Kraft bestimmten Massen inhärirend gedacht; mit Recht, denn sie ist abhängig von den Eigenschaften des schon Seienden. Daher ist sie dort überall als Grund der Erscheinung behandelt,

vermöge dessen ein Ding etwas wirkt. Die Definition aber, welche die Kraft als Ursache betrachtet, bringt sogleich den Irrthum herbei, daß entweder die Kraft mit irgend einem Stoffe identificirt wird, dessen ganze Eigenschaft darin besteht, diese Kraft zu besitzen, oder daß Kräfte als eigenthümliche seiende Wesen betrachtet werden, die nichts weiter voraussetzen, sondern ebenso gut für sich existiren, wie die Dinge. Beide Irrthümer sind von zwei berühmten Männern verfochten worden, deren gefeierte Namen zu nennen genügt, um zu zeigen, wie nothwendig eine strenge Durchforschung dieser Gedankenbestimmungen ist. Den ersten Irrthum vertheidigte Treviranus, den zweiten Autenrieth. Jener gelangte zu der Ansicht, daß in der Natur eine stets wirksame, indecomponible und unzerstörbare Materie vorhanden sei, wodurch alles Lebende vom Byssus bis zur Palme, von den punktförmigen Infusionsthierchen bis zu den Meerungeheuern Leben findet. Bei einer solchen Ansicht mußte Treviranus in die nämliche Verlegenheit kommen, in die alle, eine einzige absolute Substanz verehrende Philosophien geriethen; er konnte aus dieser Identität nicht zurück zu den mannichfaltigen Gestalten. Daher fügte er hinzu, daß jene Materie an und für sich formlos und jeder Form des Lebens fähig sei; nur durch den Einfluß äußerer Ursachen erhalte sie eine bestimmte Gestalt (werde also entweder Byssus oder Meerungeheuer), und ändere diese Gestalt, wenn neue Kräfte einwirkten. Und nun bemerkte Treviranus nicht, daß, wenn äußere Kräfte einmal eine so ungeheure Macht über die Form, welche der Lebensstoff annehmen soll, ausüben, dieser Stoff selbst ganz überflüssig wird, und daß er in sich selbst nicht den mindesten Ressort mehr hat, wodurch er zu dem Leben mehr als irgend eine andere Materie beitrüge. So blieb denn bei ihm der mystische Gedanke eines Etwas, das eigentlich für sich selbst und allein das Leben bedingt, aber ein bestimmtes, wirkliches Leben doch bloß, wenn es Einwirkungen eines Andern erfährt. So rächt sich der Satz der vielen Ursachen an der falschen Annahme eines einzigen Princips. Nach einer andern Richtung hat Autenrieth diesen Stein des Sisyphus in seiner Abhandlung über die Lebenskraft [1]) gewälzt. Er entlehnt seine Abstractionen aus einer schon mannichfach unrichtigen Betrachtung der Imponderabilien. Obwohl eine gesunde Physik sich unter Imponderabilien nur zweierlei denken kann, entweder wirklich vorhandene unwägbare Stoffe, oder eigenthümliche Veränderungen und Bewegungen der gewöhnlichen ponderablen Körper, so ist doch, um dies beiläufig zu erwähnen, auch sonst in der Physiologie, namentlich bei Gelegenheit des Nervenprincips, der Zweifel nicht ungewöhnlich, ob hier Stoffe, oder Bewegungen, oder bloße Kräfte vorhanden seien. Das letztere ist nun allerdings niemals möglich, denn abstracte Verhältnisse können nicht in der Welt herumlaufen, ohne etwas, dem sie zugehören. Auf solchen verfehlten Analogien hat nun Autenrieth seine Theorie der Lebenskraft als einer von der Materie ablösbaren, selbstständig existirenden Kraft aufgebaut; er glaubt sogar, wenn das vorher durch Erfrieren der Glieder zurückgetriebene Blut wieder bei Erwärmung in die Theile einströmt, einen empirischen Beleg für dieses Wandern der Lebenskraft aufzufinden. An diesem einfachen Irrthum ist seine sonst sorgsame und gelehrte Arbeit zu Grunde gegangen. Die älteren Schriftsteller hatten zwar nicht weniger unwahrscheinliche, aber doch logisch richtigere Ideen, wenn sie von ihren Lebensgeistern, spiritus animales u. s. f. sprachen. Diese waren ihnen immer ein bestimmtes Etwas, entweder materielle Fluida oder substanzielle Geister; sie verlangten von ihnen nur, daß sie, wie das Wasser oder der Dampf, welche ganz verschiedene Ge-

[1]) Ansichten über Natur- und Seelenleben 1836. S. 1—168.

triebe nach Maßgabe der Umstände bewegen, im Concurs mit den physikalischen Eigenschaften der Körpertheile ebenfalls sehr verschiedene Wirkungen in Anstoß versetzen sollten. Es war die nämliche Frage, wie die jetzt gewöhnliche nach dem Nervenprincip, d. h. nach demjenigen Stoffe, der innerhalb des organischen Körpers selbst wieder sich zu den übrigen, wie die Kraft zu der Last verhält. Die unglückseligen Ansichten dagegen, welche Abstractionen, Eigenschaften, Kräfte und Verhältnisse als etwas Wirkliches ansehen, welche überhaupt nie weit genug sich von der Erfahrung und dem Sinnlichen entfernen zu können glauben, diese verdanken wir der Schelling'schen Naturphilosophie, welche niemals einen klaren Begriff von dem wirklichen Verhältniß einer legislativen Idee zu ihren executiven Mitteln gehabt hat. Es ist eine eigene Erscheinung, daß unsere Physiologie, die sich oft so heftig gegen das Wahre der neuern Philosophie sträubt, so geduldig unter dem Einflusse ihrer Irrthümer fortarbeitet.

2. Wir haben erwähnt, wie nur aus den Angriffspunkten der einfachen Kräfte sich eine bestimmte Gestalt des Erfolgs ableiten lasse. Die abstracten physikalischen Gesetze der Kräfte gelten nicht allein für die Natur, sondern auch für Kunst und menschliche Industrie; aber rücksichtlich der Combinationsarten, deren die Natur sich zur Erreichung ihrer Zwecke bedient, wird sie beträchtlich von den Verfahrungsweisen der Technik abweichen. Das Eigenthümliche der Natur wird daher in den Benutzungsformen allgemeiner mechanischer Processe liegen; auf diese bezieht sich der hier näher zu erörternde Gegensatz zwischen Organismus und Mechanismus. Beide Worte drücken ursprünglich vollkommen das Nämliche aus; sei uns dies ein Vorzeichen für die gemeinsame Grundlage beider! Aber schon früh hat sich im Sprachgebrauch an das Wort μηχανή der Nebenbegriff einer verschmitzteren, erfinderischen Zusammenstellung von Hülfsmitteln geknüpft, welche über die in dem ὄργανον von der Natur selbst dargebotenen Werkzeuge der Wirkung hinausgeht. So hat schon früh der Begriff des Organischen die Zusammenfassungen physikalischer Processe bezeichnet, welche die Natur selbst zur Erreichung ihrer Zwecke benutzt, während das Mechanische die von der Cultur ersonnenen Combinationen bezeichnete. Da nun vorzugsweis die lebendigen Körper, zu einer fortwährenden Bewegung und Entwicklung bestimmt, von Natur solche nach außen gerichtete, handlungsbegierige Werkzeuge besitzen, die dem Starren, dem entwicklungslosen Unlebendigen fehlen, so hat sich denn der Gegensatz zwischen Organischem und Mechanischem, der zuerst nur naturmäßiges und kunstmäßiges Geschehen schied, auf die Verschiedenheit zweier Naturreiche, des lebendigen und des unbelebten, übergetragen. Diesen Sprachgebrauch lassen wir hier wieder fallen, überzeugt, daß eintheilende Bezeichnungen der Classen des Wirklichen zu oft hemmende Schranken für die Zurückführung desselben auf seine Gründe sind. Wir werden organisch jede Combination physikalischer Processe nennen, die um eines Naturzwecks willen vorhanden ist, gleichviel ob sie belebt, oder unbelebt, ob sie einen beseelten oder seelenlosen Körper darstelle; mechanisch aber sowohl die Vorrichtungen der Kunst, als auch physikalische Processe, ehe sie noch in irgend eine künstliche oder organische Zusammensetzung eingegangen sind. In diesem Sinn ist Physik eine mechanische Wissenschaft, denn sie lehrt nicht, welche Combinationen von Processen in der Natur vorkommen, sondern nur, welches unter gegebenen Verhältnissen die Wirkung sein muß; dagegen sind selbst Geologie und Meteorologie, obgleich noch höchst unvollendet, organische Lehren, denn sie sollen wenigstens zeigen, wie einzelne physikalische Processe von der Natur angewandt werden, um ein zweckmäßiges, einer Idee entsprechendes Ganze sich durchdringender Wirkungen zu begründen. Man hat in unserer Zeit

oft die ganze Natur organisch haben wollen; dies ohne Zweifel mit Recht, denn alles Natürliche muß nach Naturzwecken geschehen; allein man hat das Organische alle Augenblicke mit zweien seiner untergeordneten Species, dem Vegetativen und dem Animalischen, verwechselt, und nun verlangt, daß auch die übrigen Naturerscheinungen, um organisch zu sein, jene Eigenschaften zeigen sollen, die den Pflanzen und Thieren nicht vermöge ihres höhern Allgemeinbegriffs, des Organischen, sondern durch ihre specifischen Bestimmungen zukommen. So hat man sich viel damit gewußt, von einem Leben der Sterne, der Steine, der Atmosphäre zu sprechen, und es ist gekommen, daß in dieser Faction der Physiologen alles das Leben genannt wird, was der Deutsche sein oder dasein nennt. Eine größere, auch nur historische Bedeutung, als diesen Wortgebrauch, können wir diesen Ansichten nicht zuschreiben.

Organismus ist für uns nichts Anderes, als eine bestimmte, einem Naturzweck entsprechende, Richtung und Combination rein mechanischer Processe; das Studium des Organischen kann nur darin bestehen, nachzuweisen, mit welcher Auswahl, mit welchen bestimmten Gewohnheiten die Natur jene Processe combinirt, und wie sie eine von künstlichen Vorrichtungen vielleicht vielfach abweichende Reihe so combinirter Vorgänge gewissermaßen als complexe Atome des Geschehens zu Grunde legt. Wir finden in dem wirklich natürlichen Geschehen manches nicht wieder, was wir künstlich erzeugen oder in der Kunst anwenden. Manche einfache Stoffe, welche die Chemie aufzählt, kommen nie als solche in der Natur vor; in allen Umwandlungen der Mischungen geht sie doch nie bis auf sie zurück. So sind Calcium, Kalium u. s. f. Kunstproducte; die Natur kennt nur ihre Zusammensetzungen. Die Gesetze des Hebels werden in allen unseren Maschinen angewandt; aber in der Natur sind sie höchst selten, in größerer Ausdehnung fast nur in dem Gliedbau lebender Wesen angewandt. Auf so eigenthümliche Weise nun, wie wir später weiter sehen, bringt die Natur durch Zusammenfassungen des Mechanischen resultirende Fähigkeiten zu Leistungen hervor, die ebenso wie in der Maschinenlehre, auch hier unter dem Namen der Kräfte mitbegriffen werden. Diese secundären Kräfte sind jedoch keineswegs das, was die Erscheinungen solcher Zusammenfassungen hervorbrächte, sondern sie deuten die Art an, wie die bereits geschehene Zusammenstellung nach außen wirkt. Sie bedeuten also die Fähigkeiten zu einer bestimmten Größe und Art der Leistung, welche einem zusammengesetzten Apparat vermöge der Größe und Zusammenstellung der Kräfte seiner einzelnen Theile zukommt. Wir sind häufig nur so glücklich, jene bereits complexen Atome des Geschehens, die als solche Fähigkeiten zu einer Leistung anderen Erscheinungen zu Grunde liegen, kennen zu lernen, vermögen aber nicht, sie auf ihre einfachsten Gründe selbst wieder zurückzuführen. In solchen Fällen legen wir den weiteren Untersuchungen etwas zu Grunde, was rückwärts selbst um so mehr einer in die Tiefe fortgesetzten Untersuchung bedarf, eine je umfassendere und größere Zusammenfassung einzelner Verhältnisse es selbst ist. Schon in der Physik sprechen wir beispielsweis von der Elasticität und legen sie anderen Erscheinungen unter; gleichwohl bedarf sie selbst einer Construction, denn da sie nur einem Aggregate zukommt, kann sie nicht wohl eine einfache Kraft sein. Namentlich aber hat die Physiologie Triebe und Kräfte in Menge angenommen, die successiv immer unbrauchbarer zur weitern Erklärung der Erscheinungen werden, je dürftiger die Abstractionen und je bunter und gesetzloser die veränderlichen Leistungen sind, die sie bewerkstelligen sollen. Ausdrücke wie Bildungstrieb, Selbsterhaltungstrieb können schon deßwegen, weil auch sie des Vortheils der physikalischen Abstractionen entbehren und nicht, wie die Elasticität,

ein angebbares Gesetz befolgen, jederzeit nur zu Classificationen, niemals zu Erklärungen der Erscheinungen dienen. Es gehören hierher noch alle im Anfang dieses Jahrhunderts üblich gewordenen Begriffe, welche den einzelnen größeren Abtheilungen des physiologischen Geschehens eigene Namen gegeben, und eigene Kräfte untergeschoben, z. B. Sensibilität, Irritabilität, Reproduction. Wie nützlich nun auch solche classificatorische Namen sein mögen, so geht doch nach ihrer Entdeckung die Arbeit der Wissenschaft erst an, und zwar nach zwei Seiten. Erstens sind alle jene sogenannten Kräfte Probleme der Physiologie; sie müssen erklärt werden aus der Verbindung der einzelnen Processe, durch welche sie allein möglich sind, keineswegs aber darf man sie als letzte Erklärungsprincipien mißbrauchen. Zweitens aber mußte man sich bemühen, ihre Wirksamkeit irgendwie an Gesetze zu fesseln und zu zeigen, wie sie denn nun zu der Herstellung der übrigen Lebenserscheinungen beitragen. Beides ist bisher sehr unvollkommen versucht worden; am wenigsten hat man sich bemüht, jene größeren Triebe und Kräfte des Körpers auf ihre mechanischen Grundlagen zurückzuführen. Wir wissen, daß auch einfache Grundkräfte verschiedene Wirkungen je nach der Natur des ihnen zufällig von außen dargebotenen Angriffspunkts ausüben; da wir nun die Functionen des Körpers an und für sich veränderliche Werthe und wechselnde Formen des Effects annehmen sehen, wie kann dies anders geschehen, als daß das, was in der unbelebten Natur zufällig geschah, hier an gewisse Regeln gebunden ist, d. h. daß im lebenden Körper die Massen von Anfang her in bestimmten Verhältnissen zu einander standen, durch welche die wirkenden Kräfte der einzelnen Theile zu Bewegungen nach einem bestimmten Plane hinführen mußten? Wir müssen beklagen, daß Reil, indem er versuchte, die Lebenserscheinungen auf ihre einfachen Ursachen zurückzuführen, sich hierüber keinen deutlichen Begriff gebildet hat. Als er Form und Mischung für die Principien ausgab, aus denen alle lebendigen Processe erklärt werden sollen, täuschte er sich und Andere mit der Hoffnung, daß eine derartige Deduction dem Geiste einer wahren Naturwissenschaft mehr angemessen sein werde, als die Theorien von der Lebenskraft. Reil wollte viel zu frühzeitig die einfachen Kräfte namhaft machen, aus denen das Spiel des Lebens hervorgeht, aber er wußte nichts über die abstracte Form des gegenseitigen Verhaltens, durch welches alle Kräfte, seien sie, welche sie wollen, erst im Stande sind, einen gesetzmäßigen Ablauf veränderlicher Processe zu bedingen. Er fragte so wenig als eine der früher charakterisirten Lehren nach den Angriffspunkten seiner Kräfte, und indem er den Naturwissenschaften dadurch näher zu stehen schien, daß seine Principien: Mischung und Form nur die einfachsten Abstractionen aus der Erfahrung waren, stand er ihnen doch anderseits ebenso fern, da er nicht im mindesten anzugeben wußte, wie nun aus beiden irgend etwas hervorgehe. Seine Ansicht war daher nicht bloß willkürlich rücksichtlich der Wahl der Principien, die er für die wirkenden Kräfte erklärte, sondern weil er die Nothwendigkeit nicht einsah, daß uns zuerst eine bestimmte Disposition der Massen gegeben vorliegen müsse, ehe wir aus der Anwendung allgemeiner Gesetze der Kräfte aus ihnen eine bestimmte Erscheinung herleiten können, so erhielt seine Lehre überdies jenen schlimmen materialistischen Charakter, dessen Consequenzen den trefflichen Mann später peinigten. Nach Reil[1]) nämlich liegt es in den Eigenschaften der thierischen Materie, daß sie beim Anschießen, bei ihrer Krystallisation die Form des Gefäßes, des Nerven u. s. w. annimmt, welches wir aus der Natur der Materie nicht begreifen können.

[1]) Archiv I. S. 68.

Die Materie, fügt er hinzu, die auf so eigenthümliche Weise krystallisiren soll, muß natürlich sehr eigenthümlich sein. Diese Gedanken sind es, deren Verwechslung mit mechanischen Theorien wir auf alle Weise verhüten müssen; sie haben lange Zeit den streng naturwissenschaftlichen Ansichten allen Credit geraubt. Daß wir in der Erklärung nicht um einen Schritt weiter gekommen sind, wenn wir so complicirte Dinge, wie die Gestaltbildung, ohne Weiteres an unbegreifliche Eigenschaften der Materie knüpfen, ist klar; aber besonders zu verwerfen ist der pantheistische Irrthum: als sei der Organismus ein automatisch entstandenes Product aus zufällig zusammengekommenen Materien. Hätte Reil sich nicht völlig über den Zweckbegriff geirrt, wäre er nicht in dem unseligen Skepticismus über die Realität des Geistigen befangen gewesen, und hätte er sich überhaupt nicht so willkürlich an den zufälligen Einfall der Form und Mischung gehängt, so würde seinem Scharfsinn nicht entgangen sein, daß unsere construirende Naturwissenschaft nur so weit zurückgehen kann, bis sie die im Laufe des Geschehens unverändert überlieferten Combinationen von Massen auffindet, aus deren inneren Gegenwirkungen die Erscheinungen hervorgehen. Er würde dann nicht unternommen haben, auch diese Keime noch weiter zu construiren; denn mechanisch konnten sie nur aus dem absoluten Zufall weiter erklärt werden, eine Erklärungsweise, die sich in sich selbst aufhebt. Hätte Reil dies bedacht, so würde er in seinem Entwurfe nicht die Grundlagen einer wissenschaftlichen Physiologie, sondern nur eine mystische Kosmogonie erblickt haben, die weit von dem wahren Standpunkte mechanischer Disciplinen entfernt ist. Wir müssen daher gegen Reil den nämlichen Vorwurf erheben, der frühere Ansichten traf; er hat willkürlich Principien angeführt, die zwar der Erfahrung näher stehen als Treviranus' Lebensmaterie und Autenrieth's separable Kraft, aber er hat ebenso wenig gezeigt, auf welche Weise diese Principien wirken können. Nur einmal, bei Gelegenheit der Krystallisation und des Stoffwechsels, taucht bei ihm der Gedanke eines Stockes oder Kernes auf, als einer bestimmten Combination der Massen, aus deren Gegenwirkungen das Einzelne hervorgeht, aber dieser Gedanke hat keine weitere Folge gehabt. So hat Reil eigentlich das Umgekehrte dessen geleistet, was zu leisten war. Anstatt bestimmt angeordnete Massen vorauszusetzen, aus denen nach allgemeinen Gesetzen die Lebenserscheinungen hervorgehen, hat er vielmehr eben jene ursprünglichen Combinationen aus dem absoluten Zufall unbegreiflicher Formen und Mischungen entstehen lassen, aber dann nicht weiter gefragt, wie nun aus dem so Entstandenen der gesetzmäßige Ablauf der Lebensvorgänge erfolge. Statt die Art und Weise der Verbindung des Mannichfaltigen zu zeigen, giebt er uns in Form und Mischung nur die überall gleiche Materie an, aus welcher das zur Verbindung dienende Band bereitet ist.

Dem Späteren überlassend, diese Bemerkungen weiter aufzuklären, erwähnen wir hier nur noch den Unterschied zwischen mechanischen und dynamischen Wirkungen. Daß sie nicht heterogene Wirkungen sind, versteht sich von selbst, denn es kann durch materielle Theile nichts geschehen, wozu sie nach bloß mechanischen Gesetzen unfähig wären. Allein die vielen Einzelkräfte eines Apparats wirken ganz anders durch ihre Resultanten als einzeln. SO^3 mit KO giebt $SO^3 + KO$; aber $S + 4\ O + K$ keineswegs; die Gestalt des Erfolgs, den ein äußerer Reiz hervorruft, ändert sich mithin gar sehr, je nachdem die inneren Kräfte des Apparats einzeln zurückwirken können, oder ein für allemal in eine Resultante zusammengezogen sind. Die Rückwirkungen im ersten Fall nennen wir mechanische, sie folgen nur aus den allgemeinen Gesetzen der Kräfte; die im zweiten Fall dynamische, denn sie folgen aus dem, was wir

im Sinne des Aristoteles Dynamis nennen können, nämlich aus der organischen Zusammenfassung einzelner Kräfte, woraus dem zusammengesetzten Apparat die Fähigkeit einer nur ihm eigenthümlichen Leistung erwächst. Nie aber darf, wie im gewöhnlichen Gebrauche der Physiologie, dynamisch als gleichbedeutend mit gesetzlos, dunkel, überirdisch genommen werden. Dynamische Wirkungen finden sich nun in diesem Sinne natürlich an allen Maschinen, und wenn wir diese einfachen Verhältnisse überlegen, können wir sogleich über zwei hierhergehörige Dinge entscheiden, nämlich über die allgemeine Reizbarkeit und über die Vitalität der einzelnen Körpertheile. Ich kann hier nur kurz wiederholen, was ich anderwärts darüber gesagt (Allg. Pathologie. Lpz. 1842).

Reizbarkeit ist überhaupt die Eigenschaft eines Körpers, durch Einwirkung einer Ursache zur Entwicklung einer mechanischen oder chemischen Bewegung veranlaßt zu werden, deren Richtung, Kraft, Größe, Form und Dauer nicht einfach den einwirkenden Ursachen entspricht. Jede complicirte Maschine muß dieses Verhalten zeigen; entweder wird sie durch zu große Gewalt der Ursachen in ihren inneren Beziehungen zerstört, oder sie wirkt auf den Anstoß, in einer Form zurück, die nur aus ihrem eigenen innern Mechanismus fließt. Hierbei kann ebensowohl nach Maßgabe der innern Construction der Fall eintreten, daß die Größe der Rückwirkung der des Reizes proportional, aber ihre Form entgegengesetzt ist, als auch der andere, daß ein Reiz überhaupt nur bei gewisser Größe eine Rückwirkung auslöst, die bei geringeren Reizen nicht in geringerm Grade, sondern gar nicht erfolgt, u. s. w. Wir kennen Alle die Mittel, welche man bei dem Maschinenbau anwendet, um die Größe der resultirenden Bewegung zu erhöhen, zu verändern, ihre Richtung der der anreizenden Bewegung entgegengesetzt zu machen, oder ihr Eintreten bei continuirlichem Reize doch auf periodische Intervalle zu beschränken. Die nämliche Reizbarkeit muß nun auch der lebende Körper zeigen; auch in ihm bringen die Reize Wirkungen hervor, die die Folgen des zwischengestellten Mechanismus sind. Anstatt daher mit dem Begriffe der Reizbarkeit etwas zu Grund zu legen, was dem lebenden Körper eigenthümlich wäre, behaupten wir dadurch von ihm nur das Allerallgemeinste, daß er innere Verhältnisse hat, welche die Gestalt des Erfolges mitbedingen. Dieser Begriff kann also nie ein Erklärungsprincip der Physiologie werden, vielmehr hat diese umgekehrt das Phänomen der Reizbarkeit aus der bestimmten Art der Combination mechanischer Processe zu erklären, welche diesen innern Mechanismus des Körpers bildet. Ebenso ist die dem Streite der Humoral- und Solidarphysiologie zu Grunde liegende Frage zu beantworten, welche Theile des Körpers leben, welche nicht? Natürlich lebt gar keiner. Wenn anders jedes Wort eine bestimmte Bedeutung hat, so ist Leben die Totalität der Vorgänge, die der ganze Körper entwickelt; in dem Sinne wenigstens, in welchem das Ganze lebt, kann keiner seiner Theile leben. Es ist aber nur der Hang eines verwerflichen Mysticismus, einen Namen da noch beizubehalten, wo das Bezeichnete ein ganz Anderes ist. Wir können daher von den Theilen des Körpers nur sagen, daß sie existiren, und daß sie durch ihre Kräfte und deren Verbindungsweise das Leben des Ganzen erzeugen, von welchem ihnen selbst nicht der geringste Schatten einer Analogie zukommt. Jeder Theil nun übt zweierlei Wirkungen aus; mechanische nämlich durch die Kräfte, die ihm, dem einzelnen als solchem, zukommen; dynamische durch die Verhältnisse, in denen er noch zu anderen steht. Jedes Rad einer Uhr hat vermöge des Stoffs, aus dem es besteht, seine Eigenschaften für sich, aber die Wirkungen, die es als integrirender Bestandtheil des Ganzen entfaltet, kann es natürlich nur äußern, so lange es mit diesem in Verbindung ist. Deßwegen aber sind

diese letzteren nicht weniger den allgemeinen mechanischen Gesetzen unterworfen. So haben alle Theile des thierischen Körpers außer den Eigenschaften, die sie vermöge ihres Stoffs besitzen, noch vitale, d. h. solche mechanische Eigenschaften, die ihnen nur während der Verbindung mit den übrigen Theilen zukommen. Weder das Blut noch die Nerven aber sind eigenthümlich belebt, sondern das Leben gehört dem Ganzen und ist streng genommen eine Zusammenfassung unbelebter Processe. Ebenso müssen wir über das Leben eines unbebrüteten Eies entscheiden. Es gleicht einer vollkommen ausgebildeten, aber nicht aufgezogenen Uhr; es fehlt ihm irgend eine Bedingung, welche das Spiel seiner Kräfte in Anstoß versetzen muß. Bei dem Embryo lebendig gebärender Thiere kann man in Zweifel sein, denn hier beginnen die Erscheinungen des Lebens allmälig; allein dies ist keine Schwierigkeit der Sache, sondern nur eine der Namengebung. Der Name des Lebens ist hauptsächlich für die Erscheinungen des ausgebildeten Körpers in Anspruch genommen; der Sprachgebrauch, nicht die Wissenschaft, sträubt sich daher, diesen Namen den unvollkommnen Lebensäußerungen gleich nach der Befruchtung schon zuzugestehen.

3. Die vorigen Bemerkungen, welche als Grundlage jeder Theorie nicht complexe Triebe, sondern bestimmte Zusammenfassungen von Massen mit ihren proportionalen einfachen Grundkräften verlangten, führen uns am natürlichsten zu der Betrachtung der Naturideen, welchen gemäß jene Zusammenfassungen gebildet sein sollen. Wir haben bereits anerkannt, daß die teleologische Betrachtungsweise verhältnißmäßig die speculativste ist, indem sie den werthvollen Grund der bestimmten Wirklichkeit angiebt. Allein die Darstellung dessen, was eine Erscheinung an idealem Inhalt repräsentiren soll, belehrt uns doch nicht über die Mittel, durch welche sie diese Aufgabe löse. Obwohl sich daher das Eigenthümliche der meisten Naturwesen oft schlagender und glücklicher durch die Bezeichnung ihrer Idee, als durch eine mechanisch-genetische Definition angeben läßt, so können wir doch deßhalb nicht in die Verwechslung des Zwecks und der Ursachen einstimmen, welche den Behauptungen über die Wirksamkeit der Idee der Gattung als des obersten, bildenden Princips, zu Grunde liegt. Man hat von ihr oft so gesprochen, als wäre sie gleichsam eine Gleichung für die Curve des Lebens, welche nicht blos die Orte hypothetischer Punkte in dieser Bahn anzeigt, sondern auch gleichzeitig die Stoffe, welche diese Orte einnehmen sollen, wirklich dahinschafft; eine Gleichung also, welche die Bahn der Curve nicht bloß bestimmt, sondern beschreibt. Dies geht nicht. Geben wir auch gern zu, daß die Idee der Gattung Structur und Function der einzelnen Theile bis in das feinste Detail bestimme, so müssen wir doch immer einen dieser Idee angemessenen Mechanismus voraussetzen, der nun wirklich die einzelnen Massen zwingt, dem Gebote der Idee nachzukommen. Wenn Henle[1]) behauptet, daß die Idee der Gattung es sei, vermöge dessen die Haare und Nägel wachsen, so ist er doch genöthigt, den Theilen anderseits ein Bestreben beizulegen, sich der Idee der Gattung anzunähern. Hätte er diesem Gedanken weiter Gehör gegeben, so würde seinem Scharfsinn nicht entgangen sein, daß in diesem beiläufig erwähnten Streben, der Idee der Gattung nachzukommen, eigentlich das ganze Räthsel der Physiologie liegt, und daß jene Idee nimmermehr sich realisiren würde, wenn ihr nicht, aus der Combination der physikalischen Kräfte der Theile als Resultante hervorgehend, jenes Streben auf das Bereitwilligste entgegenkäme. Wie jeder Zweck also, so wirkt

[1]) Allg. Anatomie. S. 218.

auch die Idee der Gattung nur so weit, als sie in den vorhandenen Prämissen mechanischer Art bereits als determinirte Consequenz vorhanden ist. Dagegen müssen wir den Werth der Naturideen gegen andere Irrthümer aufrecht erhalten. Jede Naturwissenschaft, wie früher bemerkt, muß sich mit den Anwendungen allgemeiner Gesetze auf ein Gegebenes beschäftigen, nicht aber mit Ansichten über die allererste Entstehung ihres Gegenstandes. Dennoch verlangen wir über diese Entstehung uns Vorstellungen machen zu dürfen, und hier theilen sich die Ansichten der Naturforscher in zwei Reihen, deren eine auf der Vorstellung des Chaos, die andere auf der der Schöpfung ruht. Beide Gedankenkreise sind nicht mehr naturwissenschaftlich; ihre Berechtigung ist sehr verschieden; jetzt wenigstens, nachdem das Christenthum Jahrhunderte lang den Ideengang der Forschung beherrscht hat, sollte man erwarten können, daß die zweite Ansicht als Grundlage der Naturwissenschaften allgemein gelte. Dies ist indessen nicht der Fall. Vielmehr pflegt die Neugierde, die wissen möchte, wie nun zuerst das Sternensystem oder die Keime des Organischen entstanden sind, immer vorauszusetzen, daß es durch irgend einen mechanischen Zufall geschehen sei. Daß man diese Voraussetzung auch auf die Grundstoffe ausdehnen müsse, die in dem Chaos enthalten sein sollten, wird wenig gefühlt, sondern hier brechen diese Theorien plötzlich mit einem Factum ab und merken nicht, daß die absolute Ordnung doch wohl ebenso viel Recht hat, für ewig zu gelten, als die absolute Unordnung. Dem gegenüber muß jede Naturwissenschaft, die nicht völlig verkehrt zu der übrigen Bildung des Geistes sich stellen will, nothwendig den Begriff der Schöpfung voraussetzen. Die Welt ist weder durch Zufall geworden, noch hat ein Chaos vermocht, vor der Ordnung zu existiren, sondern eine nach göttlichen Ideen geordnete Welt ist am Anfang geschaffen worden, und uns bleibt nur übrig, den ununterbrochenen gesetzmäßigen Zusammenhang dieses bestehenden Vernünftigen zu erkennen und zu bewundern. Wer einmal diesen Gedanken verstanden hat, daß eine materielle Welt ohne solche zweckmäßige Dispositionen undenkbar ist, der wird nun nicht mehr die Sehnsucht hegen, so combinirte Systeme von Massen, wie wir sie hier annehmen müssen, einmal als bloße Resultate des Zufalls sich entwickeln zu sehen; er wird vielmehr voraussetzen, daß es nie eine Zeit gab, in welcher den Naturideen diese ihnen gemäß construirten Massen fehlten, oder in der die Massen nach rein mathematischer Zufälligkeit ohne zweckmäßige Naturtriebe vorhanden waren. Für jeden also, der zugiebt, daß nicht bloß der einzelne Organismus, sondern auch die Welt ein vernünftiges Ganze ist, wird die Frage nur noch die sein, nach welchen Gesetzen sich solche zusammengeordnete Systeme von Massen entweder continuirlich durch mechanischen aber gesetzmäßigen Zusammenhang erhalten, oder in einzelnen Durchschnittspunkten der Wirkungen neu hervorgebracht werden. Denn auch dieses Letztere ist möglich, aber nur als ein Zufall, dessen Freiheit und Unberechenbarkeit in den allgemeinen Zweck der Natur aufgenommen ist. Für andere Geschöpfe wird dagegen die Erhaltung ihrer organischen Triebe bestimmter vorgesehen worden sein, und wir werden sie nie aus dem Wechsel der Wirkungen in der Natur neu begründet finden. So wie jedes einzelne chemische Element verschiedene Aggregatzustände vorwärts und rückwärts durchläuft, ohne je in ein anderes Element überzugehen, so werden, um dies vorläufig zu erwähnen, auch die organischen Geschöpfe als Systeme von Massen zu betrachten sein, die in dem Verlaufe der Generation verschiedene Entwicklungszustände durchlaufen, sich bald involviren, bald evolviren, aber nie außerhalb der Continuität dieser durch die Gattung überlieferten Bewegung neu erzeugt werden. Hieran haben wir genau wie in der Chemie, das Letzte,

worauf die Naturwissenschaft zurückgehen kann; wie aus dem vollendeten Organismus der Keim, aus diesem der Organismus entsteht, dies ist ebenso Gegenstand ihrer Forschung, als die Art, wie chemische Elemente bald starr, bald flüssig, bald gasförmig erscheinen; woher aber jener ganze Cyclus sich wiederholender Bewegungen entstanden sei, ist ebenso wenig ihre Aufgabe, als woher Gold und Silber gekommen sind, oder warum es 56 Elemente, wenigstens zur Zeit, giebt. Ich hoffe, daß dies hinreichen wird, um die mechanischen Theorien, denen ich Eingang wünsche, von den kosmogonischen Ansichten Reil's zu unterscheiden, die ich nicht vertheidigen möchte. Gerade das Wesentlichste fehlt bei Reil, nämlich die Anerkennung einer in sich geschlossenen Reihe von Veränderungen und Processen, deren immanente Gesetzmäßigkeit allein, nicht aber deren transscendenter Ursprung etwa aus Form und Mischung jemals der Gegenstand der Naturwissenschaft werden kann.

Hieran schließt sich eine Bemerkung über den häufig gebrauchten Ausdruck, daß in dem Unlebendigen das Ganze seine Bedingungen in den Theilen, im Lebendigen die Theile die ihrige in dem Ganzen haben. Dies ist nach dem Angeführten richtig, aber nur nicht so, als wäre die Idee des Ganzen die bebewirkende Ursache für die Existenz und Qualität der Theile. Sie ist ganz einfach das bestimmende Muster, während die Ausarbeitung dieses Musters immer nur durch einen schon gegebenen Concurs von mechanischen Kräften gelingt. Dieses Muster aber kann in einigen wenigen Theilen als nothwendiges Resultat ihrer Gegenwirkungen präformirt sein, und daher kommt es, daß man es für ein ideelles Ganze, das dennoch als wirkende Kraft über dem entstehenden Einzelnen schwebt, ansehen konnte. Ein Beispiel. Die Gleichung einer Parabel bedingt gewiß nicht die Existenz einer Parabel. Und doch ist in der Gleichung der Parabel das Ganze ausgedrückt, ja, da sie unendliche Schenkel hat, ist sie sogar durch ihre Theile nie vollständig herzustellen. Soll sie aber wirklich entstehen, so muß der Zeichner hinzukommen, der die Lage der Abscissenlinie gegen den Plan der Zeichnung bestimmt, der auf ihr ferner den Anfangspunkt der Curve bestimmt, der endlich z. B. durch das Anhaften der Kreidemolecüle am Holze ihre Bahn beschreibt. Aber sobald der Zeichner nur einen unendlich kleinen Bogen der Parabel, gleichviel aus welchem Theile der Bahn gezeichnet hat, so ist die Lage aller übrigen Bogen und ihre Krümmung bestimmt. In ganz gleicher Weise braucht auch die Idee des Ganzen oder der Gattung, um sich zu verwirklichen, nur einen kleinen Stamm des Wirklichen, in welchem kraft der Gleichung seiner inneren Verhältnisse allem Uebrigen der Ort und die Art seiner Anlagerung bestimmt ist. Wir werden später bei der Krystallbildung die Consequenzen dieser Bemerkung ziehen; für jetzt genügt es, die methodische Forderung an jede Theorie zu stellen, daß sie uns nie von der Wirksamkeit einer abstracten Idee spreche, ohne jenen Keim, jenen Primitivstock der Massen anzugeben, durch welche ihre inneren Verhältnisse in mechanische Wirkungen umgewandelt werden.

Die großen Fehler solcher Ansichten, die alle aus der Verwechslung des Zwecks mit den Ursachen entstehen, scheinen nicht in gleichem Grade den Theorien zur Last zu fallen, welche ein Ideales zwar, aber nicht ein abstractes, sondern ein concretes, die Seele als Substanz zum Princip des Lebens erheben. Hier ist wenigstens etwas in der That Seiendes, welches eine Wirkung hervorbringen kann, und da der Seele überdies Ueberlegung und Wahl der zweckmäßigen Mittel zukommt, so schien die bewunderte Harmonie des Organismus sich leicht aus ihrer Wirksamkeit zu erklären. Allein andere Bedenken heben das Gute dieser Ansicht Stahl's wieder auf und führen auf mechanische

Grundlagen zurück. Die Erfahrung lehrt uns, daß die zweckmäßigen organisirenden Thätigkeiten des Lebens ohne unser Wissen und Willen geschehen, daß auch die meisten der zweckmäßigen Reactionen, die der Körper gegen äußere Schädlichkeiten ausübt, von dem überlegenden Verstande so schwer aufgefunden und begriffen werden, daß sie selbst für das wissenschaftliche Bewußtsein der Physiologen noch Räthsel oder Gegenstand des Streites sind. Wir würden mithin die zweckmäßigen Thätigkeiten, welche die bewußte Seele weder erfindet, noch begreift, der unbewußten Seele, der willenlosen, nicht wählenden Substanz der Seele zuschreiben müssen. Dies that Stahl. Allein Zweckmäßigkeit der Handlungen, deren Erklärung zu Liebe er dies that, wird uns ja nur, sobald sie nicht determinirte Consequenzen schon vorhandener Prämissen sein sollen, durch Bewußtsein, Ueberlegung, Wahl des Willens und Freiheit begreiflich; wo wir diese Bedingungen wieder hinwegnehmen, fehlt auch Alles, was uns über den Mechanismus hinausbrächte. Mag die Seele auch, sofern sie unbewußte Substanz ist, mit Theil haben an der Erzeugung zweckmäßiger Wirkungen, so unterliegt sie doch als solche Substanz immer den nämlichen mechanischen Voraussetzungen, die über jede andere bewußtlose Substanz, jede Materie gelten müssen. Wir werden einsehen, daß jede uns übrigens unbekannte Modification der Seelensubstanz die erste Prämisse sein muß, aus welcher, nur wenn sie mit einer zweiten Prämisse, irgend einem Zustande des Körperlichen in eine Beziehung des Grundes tritt, nunmehr mit vollkommen mechanischer Nothwendigkeit jene zweckmäßige Wirkung hervorgehen muß. Stahl's Ansicht beruht daher auf einer logischen Subreption, indem die Erklärlichkeit zweckmäßiger Actionen, die aus der Seele nur unter Voraussetzung ihrer Nota specifica, des Bewußtseins und Willens, folgt, auch dem Allgemeinbegriffe der Substanz zu Gute geschrieben wird, welchen die Seele mit den körperlichen Materien gemein hat. Insofern kann also eine bewußtlose Seele keine neuen theoretischen Principien zur Erklärung des Lebens einführen; daher würde es auch unangemessen sein, ein solches Princip, wo nicht die Erfahrungen selbst auf seine Mitwirkung hinweisen, was hier nicht der Fall ist, einzuführen, da der Begriff eines psychisch-physikalischen Mechanismus, der hier zu Grunde gelegt werden müßte, eine Schwierigkeit hervorbrächte, die hier ganz unnöthig ist. Vgl. hierüber III, 3. Aehnliche Ansichten sind nach Stahl in vielfachen Nüancirungen vorgetragen worden, meist, ohne daß man sich erklärte, unter welchen Bedingungen der Seele eine massenbewegende Kraft zukomme; denn daß diese nicht unbeschränkt, sondern an bestimmte Fälle geknüpft sei, leuchtet ein. Noch Treviranus[1]) hat behauptet, daß das Weizenkorn von seiner zukünftigen Blüthe träume. Sein eigener Zusatz: diese Träume mögen dunkel genug sein, und die stillschweigende Voraussetzung, daß es in der Natur der Träume liege, sich zu realisiren, entwaffnen hier die Kritik.

Wir müssen daher als die letzte methodische Forderung an jede Theorie diese aussprechen: daß man zwar die legislative Gewalt vorbestimmender Naturideen anerkenne, diese aber nie an sich, sondern nur insoweit für vollziehende Kräfte halte, als sie in den mechanischen gegebenen Bedingungen bereits materiell begründet sind; daß man ferner nie dunkle, traumhafte Zustände eines dunklen Seelenwesens für die Quelle der Helligkeit in den physiologischen Erklärungen ansehe, sondern zugebe, daß mit dem Hinweglassen des bewußten Willens auch für die Wirkungen eines solchen Princips die Forderung eines rigorösen Mechanismus wieder eintritt.

---

[1]) Gesetze und Ersch. des org. Leb. I. S. 16.

III. Die angeführten methodischen Forderungen müssen nun von jedem Versuche zu einer Theorie vorher entweder widerlegt und anerkannt werden, nach ihrer Anerkennung aber sollten auch alle Voraussetzungen vermieden werden, die ihnen zuwiderlaufen. Allein in der Discussion über diese Gegenstände pflegt vielmehr so verfahren zu werden, daß man diese allgemeinen Prämissen wohl zugiebt, ihnen aber a posteriori angebliche Thatsachen der Erfahrung entgegenhält, deren Erklärung nothwendig wieder auf die als unmöglich zurückgewiesenen Gedanken hinweise. Obwohl diese Taktik nicht besser berechtigt ist, als die eines Mathematikers, der nur ein einziges Mal um die Vergünstigung bäte, die Radien eines Kreises ungleich annehmen zu dürfen, worauf sich dann Vieles überraschend leicht erkläre, so würden doch die hier angeführten Ansichten wenig Ueberredungskraft besitzen, wenn es nicht nachzuweisen gelänge, daß solche Thatsachen der Erfahrung nicht vorliegen, sondern durch Beobachtung und willkürliche Deutung erst entstanden sind. Zwei Parteien hauptsächlich verfälschen die Erfahrungen. Für die eine giebt es gar keine specifischen Bestimmungen der Dinge, oder sie legt diesen wenigstens gar keinen Werth bei, sondern hebt vorzugsweis das allen Gemeinschaftliche hervor und gelangt daher immer zu so leeren Abstractionen, daß aus ihnen rückwärts nichts Einzelnes erläutert werden kann. Die andere Partei glaubt mehr die Verschiedenheiten als die Aehnlichkeiten der Dinge berücksichtigen zu müssen und verliert darüber oft die höhere Einheit derselben, so daß sie specielle Erscheinungen, die nur aus verschiedenen Benutzungsweisen der nämlichen mechanischen Grundgesetze hervorgehen, auf ganz verschiedene Grundgesetze zurückführen zu müssen glaubt. Eine dritte Partei muß sich nun bilden, welche ebenso sehr Aehnliches als Unähnliches berücksichtigend, zu zeigen hat, daß die ungeheueren Unterschiede, die zwischen Belebtem und Unbelebtem allerdings stattfinden, zwar einen großen Werth für die Idee der Dinge haben, indem sie den Erfolg bestimmen, durch dessen Gestalt die Idee repräsentirt wird, daß sie aber dennoch nur Resultate verschiedener Anwendungen der gleichen allgemeinen Gesetze sind.

1. Betrachten wir zuerst die chemische Constitution organischer und unorganischer Körper, so ließ sich vorher erwarten, daß die Natur zur Herstellung des biegsamen zu vielfachen Entwicklungen bestimmten lebendigen Leibes ganz andere, eigenthümliche Massen verwenden mußte, als zu den starren Gebilden des unlebendigen. Man hat früher einen Unterschied darin gefunden, daß lebendige Körper ternär und quaternär, unlebendige binär verbunden seien, und hieraus den Schluß gezogen, daß im organischen Körper eine besondere Lebenskraft die Gesetze der chemischen Affinität theilweis aufhöbe oder modificirte. Was zuerst die Richtigkeit der Angabe selbst betrifft, so hat darüber die Zeit wohl entschieden, und wir wissen, daß nicht bloß in den organischen Körpern sich ternäre Combinationen bilden. Allein auch zugegeben, daß der Thatbestand rigorös wäre, und ternäre Verbindungen absolut nur im Lebendigen vorkämen, so hätte doch jede besonnene Physiologie hieraus nur das Problem zu ziehen, durch welche Umstände es wohl geschehe, daß die Bildung solcher Combinationen gerade im organischen Körper so außerordentlich erleichtert werde. Hier aber bereits Halt zu machen, und die ternären Combinationen anderen Gesetzen zuzuschreiben, als die binären, eine solche Ansicht kann ich mit Lehmann [1]) nur als ein hemmendes Blei betrachten, das der weitern Forschung angehängt wird. Ehe man zu neuen, unbegreiflichen Principien seine Zuflucht nimmt, hat man offenbar auf sich die Last des Beweises, daß das zu Erklärende aus

[1]) Taschenbuch der Chemie. 2te Aufl. Lpz. 1842. S. 190.

den sonst gültigen Principien nicht folgen könne. Niemand kann aber bei der jetzigen Ausbildung der chemischen Theorie einen solchen Ausspruch wagen, daß nicht die nämlichen Affinitätsgesetze, die unter einigen Umständen zu binären Verbindungen führen, unter anderen auch zu ternären führen könnten. Allerdings können wir auch den Beweis dafür nicht liefern, allein diesen giebt die Erfahrung, indem sie die Entstehung ternärer Producte unter Bedingungen zeigt, wo der Einfluß jeder Lebenskraft eliminirt ist. Das Leben unterscheidet sich also von dem Unlebendigen durch die vorzugsweise Benutzung einiger chemischer Affinitätsverhältnisse, dagegen durch die Vermeidung anderer, und zwar wohl deßwegen, weil bei allen binären Verbindungen verhältnißmäßig zu eclatante Wirkungen auftreten, die in dem lebendigen Körper, wenn es ein ungestörtes, latentes Wirken der bildenden Kräfte geben sollte, verhütet werden mußte. Ebenso wenig können wir nach den genauen Nachweisungen Lehmann's[1]) dem lebendigen Körper noch die Fähigkeit zuschreiben, chemische Elemente in einander umzuwandeln, vielmehr hat wenigstens im thierischen Körper der ganze Chemismus einen äußerst geringen Spielraum. Einen unwiderleglichen Beweis für die regulirende und herrschende Macht der Lebenskraft hat man darin gefunden, daß die Mischung der organischen Stoffe sich nur unter ihrem Einfluß erhalte, nach dem Aufhören der Lebenskraft aber den Gesetzen der binären Verwandtschaft zu folgen beginne. Die Erfahrung sagt davon kein Wort. Sie zeigt uns nur, daß eine gewisse chemische Constitution zusammengehöre mit den Erscheinungen des Lebens, eine andere mit dem Mangel dieser Erscheinungen. Hieraus können wir zwar den obigen Schluß ziehen, aber mit eben dem Recht auch umgekehrt behaupten, daß das Leben aufhöre, sobald durch irgend einen Umstand die chemische Constitution des Körpers gestört werde und die binären Verwandtschaften das Uebergewicht erlangen. Da nicht alle Theile des Körpers gleich unentbehrlich für die Aeußerung des Lebens sind, so kann eine unbedeutende chemische Zersetzung im Innern längst das Aufhören des Lebens bedingt haben, ehe die Fäulniß nach außen bemerklich wird. Auch sehen wir, was aus dem nämlichen Grunde erklärlich ist, daß die Decomposition der Theile nicht immer auf das völlige Aufhören des Lebens wartet, sondern in manchen Krankheiten theilweis noch während desselben eintritt. Wenn ein Glied, vom Leibe gelös't, fault, so kann man dies allerdings auch dem mangelnden Einfluß der Lebenskraft zuschreiben; allein gleichzeitig sind fast alle mechanischen Bedingungen verändert; die Arterien führen keine ersetzenden Bestandtheile zu, die Venen keine verbrauchten Massen ab. Wie würde man nun in der Physik es nennen, wenn Jemand bei der Erklärung einer Erscheinung so auffällige Thatsachen, welche die Erklärung selbst darzubieten scheinen, völlig ignorirte, um seine Erklärung an etwas zu knüpfen, was gar nicht in die Erfahrung fällt? Offenbar hat auch hier jede Theorie der Lebenskraft die Last des Beweises zu tragen, daß diese Umstände nichts erklären; erst dann ist es methodisch erlaubt, sich nach einem andern Princip umzusehen. Nun aber, bei dieser Zweideutigkeit der Erfahrung, ist es überdies theoretisch unmöglich, daß eine Kraft, die nicht schon an bestimmte Massen gebunden wäre, auf die Gesetze einer andern Kraft einwirkt. Nur dann, wenn ein durch besondere Eigenschaften bemerklicher Stoff der hauptsächlichste Träger des Lebens wäre, könnte dieser durch seine überwiegenden chemischen Verwandtschaften auch die Affinitäten der übrigen Theile beherrschen und sie in einer bestimmten Combination festhalten. So ist es eine mögliche Hypothese, daß, wie die Wärme die chemischen

[1]) Physiolog. Chemie. 1 Thl. Lpz. 1842.

Affinitäten mächtig regulirt, so auch ein anderes imponderables Princip, so lange es von den Nerven aus auf die Theile wirkt, die binären Verwandtschaften hemmt, ternäre begünstigt, oder die letzten so zusammenhält, wie das Wasser die zersetzungsbegierigen Bestandtheile mancher Säuren. Oder das nämliche Princip könnte mechanische Aggregatzustände hervorbringen, welche der Auflösung des Körpers namentlich in flüssige und gasige Bestandtheile entgegenstehen. Alles dies sind mögliche, wenn auch, wie sich später zeigen wird, unnöthige Hypothesen; aber dies ist nicht Lebenskraft, nicht zweckmäßig hantirende, die chemischen Gesetze verändernde Dynamis, sondern ein bestimmter Stoff, der unter denen, die dem Leben dienen, vergleichungsweise die Stelle der Kraft, gegenüber der Last, einnimmt, und durch seine mechanischen Eigenschaften ein Gegengewicht gegen das Streben der gewöhnlichen chemischen Affinitäten bildet. Auch insofern finden wir also nur specifische Benutzung der allgemeinen Gesetze durch eine besondere Verflechtung der äußeren Bedingungen. Eine andere Reihe von Gründen für die Eigenthümlichkeit der Lebenskraft, hat man aus den Verschiedenheiten der Krystallisation und der organischen Gestaltbildung gezogen. Beide Processe identificiren zu wollen, ist überhaupt eine üble Intention und wir müssen es E. H. Weber[1]) Dank wissen, die bedeutenden Unterschiede, die zwischen ihnen stattfinden, geistreich und nachdrücklich hervorgehoben zu haben. Doch kann ich meinem berühmten Lehrer nicht in allen Schlüssen beistimmen, die er daraus zieht; es scheint mir vielmehr, als wären auch diese beiden Processe, deren große Unterschiede allerdings viele Bedeutung für die Zwecke, welche der organische Körper im Gegensatz zum Krystall erfüllen soll, besitzen, doch nur als verschiedene Combinationsformen der nämlichen allgemeinen Kräfte anzusehen. Die verwickeltere Zusammensetzung organischer Massen und ihr feuchter Zustand machen wohl von selbst alle Krystallisation in unveränderlichen geraden Flächen unmöglich; allein die krummen oft immensurablen Linien des Organismus sind doch, wie uns die krummflächige Krystallisation des Diamanten und der muschlige Bruch vieler compacten Mineralien zeigt, keine Verhältnisse, die an sich nicht auch durch unorganische Kräfte realisirt werden könnten. Werden doch auch krummlinige Bewegungen auf Conflicte gerader zurückgeführt. Es kann sich also nur noch nach den bestimmten Bedingungen fragen, um derenwillen die Curven bei den Organismen vorherrschen und fast nur im Pflanzenreich einzelne geradlinige Begrenzungen auftreten. Auch daß der Krystall homogene, der Organismus heterogene Substanzen vereinigt, ist wichtig; aber es lehrt doch nur, daß man Unrecht hatte, den letztern überhaupt mit Krystallen zu vergleichen, denen vielmehr nur seine homogenen Grundtheilchen entsprechen, während er selbst den größeren Zusammenhäufungen verschiedener Mineralien entspricht, die ihrerseits ebenfalls gewisse bestimmte Lagerungsverhältnisse zeigen. Daß im Körper eine und dieselbe Masse, wie Knochensubstanz, ganz verschiedene Formen annimmt, während die des Krystalls nur in wenigen, geometrisch analogen, wechselt, ist wahr, allein rücksichtlich größerer Zusammenhäufungen finden sich auch bei Krystallen verschiedene, bald stenglige, bald dendritische, bald strahlige oder sternförmige Arten der Efflorescenz und Zusammenordnung.

Geben wir indessen alle diese Unterschiede zu, so scheinen wir doch nicht in gleicher Weise genöthigt, auch den Satz zuzugeben, daß im Krystalle die Form des Ganzen aus den Formen der einzelnen Theile, im Organismus

---

[1]) Hildebrandt's Anatomie I.

dieser Theile und aus dem Bildungsgesetze des Ganzen hervorgehe. Betrachten wir einen Schneekrystall, so fragt sich, warum in den Zwischenräumen der Strahlen das gefrierende Wasser sich zurückgezogen hat, um die Verlängerung der Strahlen zu bilden? Offenbar muß hier der Ort, wo die später hinzutretenden Theile sich ansetzen sollen, diesen bereits durch die schon bestehenden Theile des Krystalls bestimmt sein. Nur von diesen ersten Theilen können wir sagen, daß sie sich zufällig, z. B. um eine hineingeworfene Substanz, angelagert haben; so wie aber diese erste Combination entstanden ist, enthält sie bereits das Gesetz des Ganzen in sich, und verhindert die übrigen Theile, sich zufällig, vielleicht in die Zwischenräume der Strahlen einzufügen. Wir werden das Nämliche von jedem Krystalle behaupten müssen, überall wird die letzte Gestalt desselben nicht bloß der Effect aller einzelnen Theile ohne Unterschied sein, sondern dadurch hervorgebracht werden, daß sich durch die erste Combination einzelner Molecüle ein Gesetz des Ganzen bildet, welches die Richtung und die Menge des spätern Ansatzes durch mechanische Kräfte bestimmt. Der wahre Unterschied der Krystallisation und der organischen Gestaltbildung liegt daher nur darin, daß jener Primitivstock, die erste Combination, bei Krystallen, die sich aus einer gleichmäßigen Auflösung bilden, nur zufällig entstehen kann, weil hier unter gleichen äußeren Bedingungen kein Theil der Flüssigkeit die Prärogative haben kann, das Centrum des Ansatzes zu werden. Daher zögert die Krystallisation unbewegter Flüssigkeiten so lange und wird nur durch irgend eine zufällige Ungleichheit der Temperatur, der Verdunstungsströmungen u. s. w. veranlaßt. Bei dem organischen Körper dagegen ist die Bildung jener ersten Combination nicht solchen Zufällen überlassen, sondern durch den Proceß der Gattung im Keime gegeben; was bei Krystallen erst wird, das Gesetz des Ganzen, ist in den Molecülen des Keimes bereits vorhanden. Wer theoretisch die Möglichkeit einer generatio aequivoca zugiebt, wird also die Sache sich folgendermaßen denken können. An und für sich ist es nicht unmöglich, daß auch die Keime der complicirtesten Organismen zuweilen von selbst in den zur Entwicklung nothwendigen Dispositionen sich zusammenfänden; allein nicht nur wächst mit der höhern Ausbildung die physikalische Unwahrscheinlichkeit, sondern es tritt aus anderen speculativen Rücksichten noch das Bedenken hinzu, daß, unter der Voraussetzung des Universum als eines organischen Ganzen, wir auch annehmen müssen, die Entstehung eines Geschöpfs sei um so weniger den physikalischen Einflüssen überlassen, je größer seine ideale Bedeutung für das Ganze ist. Wenn es auch die Erfahrung zweifelhaft ließe, ob Menschen durch generatio spontanea entständen, so würde doch jede vernünftige Weltansicht den Glauben perhorresciren, indem sie als nothwendig voraussetzte, daß für die Erzeugung eines solchen Geschöpfes eine gesetzmäßigere, beschränktere Veranstaltung stattfinden müsse, als der bloße Zufall des Gegeneinandertreibens der Elemente. Für die einfacheren Gestalten der Protophyten und Protozoen würde dagegen die Verschiedenheit der abgeleiteten Krystallformen, die wir uns aus einem Unterschied in der zuerst entstandenen Combination ableiten könnten, eine Analogie darbieten, so daß auch dort aus ähnlichen Materien nach der Verschiedenheit ihrer zufällig angenommenen Dispositionen bald Thiere, bald Pflanzen entständen. Die Erfahrungen sprechen indeß wenig für die generatio aequivoca, und so kann es wohl als unterscheidendes Kennzeichen des Unorganischen und Organischen gelten, daß in jenem der Keim der Gestalt zufällig von Neuem wird, während er in

diesem immer durch einen zweckmäßigen Nexus mechanischer Bedingungen in dem Proceß der Gattung erzeugt und fortgepflanzt wird.

Was die Einfachheit der Krystalle und die verwickelte Gestalt des Organischen betrifft, so kann allerdings die Vergleichung eines Kochsalzwürfels mit einem Menschen die Unmöglichkeit nach gleichen Gesetzen wirkender Kräfte in beiden wahrscheinlich machen. Wenn man indessen verwickelte Zwillingskrystalle mit den einfachen Gestalten der Hydra, des Seesterns, der Chara vergleicht, so wird man aus der äußern Form nur auf die nämlichen Gesetze schließen können, und die vollkommene Regelmäßigkeit in der mathematischen Anordnung der inneren Theile wird zwar weit ausgebildetere, aber dem Wesen nach die nämlichen Gesetze vermuthen lassen, nach denen die Spaltungsebenen der Krystalle bestimmt werden. Auch hinsichtlich der Symmetrie der Theile stehen diese einfachsten Gestalten des Organischen den Krystallen nahe. Wir unterscheiden an ihnen am häufigsten nur Ober- und Unterfläche, deren Verschiedenheit wohl selten viel von der Verschiedenheit des freien Endes der Krystalle und ihrer Aufwachsungsfläche, rücksichtlich der Art der Formbildung abweicht.

Daß im lebenden Körper häufig neben oder in einander liegende Theile sich gleichzeitig bilden, und noch ehe sie sich berühren, schon bestimmte Lagen gegen einander annehmen, scheint mir nicht zu beweisen, daß ihre Bildung unabhängig von mechanischen Gegenwirkungen bloß aus dem Bildungsgesetze des Ganzen folge. Wenn z. B. in der Keimscheibe sich gleichzeitig an verschiedenen Enden die Ansätze künftiger Organe als Erhöhungen oder Vertiefungen markiren, so ist doch zwischen ihnen nicht Nichts, sondern die Continuität der übrigen Keimfläche, deren Verbleiben auf demselben Niveau ebensowohl ein mechanisches Factum ist, und in welcher sich eine Menge mechanischer Beziehungen durchkreuzen können, ohne für die Beobachtung bemerklich zu werden. Alle unsere bisherige Entwicklungsgeschichte ist auf die Aussage des einzigen Gesichtssinns gegründet; er kann hier so wenig wie bei den Klangfiguren den mechanischen Zusammenhang da verfolgen, wo seine Wirkung nicht in verschiedener Färbung oder Gestalt besteht. Zerschneidet man den Keim, so hört auch die correspondirende Entwicklung entfernter Theile auf. Man kann auch dies auf eine Störung der Lebenskraft schieben; allein je mehr solche grob mechanische Einflüsse im Stande sind, sie zu stören, desto mehr nähert sie sich auch wieder dem, was sie wirklich ist, nämlich der Resultante aus mechanischen Einzelkräften, die durch jede Veränderung der executiven Massen verändert wird.

Nicht überredender scheinen mir die Gründe für eine teleologisch wirkende Lebenskraft, die aus der Abänderung der gesammten Bildung nach äußeren störenden Einflüssen hergenommen sind. Der Krystall soll zwar in seiner Bildung gestört, aber nicht zu harmonischer Abänderung seiner Gestalt bestimmt werden können, der Organismus aber ändere seinen Plan zweckmäßig nach den Umständen ab. Gegen beide Theile des Satzes muß ich mich erklären. Das Erste wissen wir nicht mit Bestimmtheit. Ein schon fester Krystall kann freilich seine Gestalt vermöge seiner Starrheit nicht ändern, selbst wenn er, ebenso wie der Leib, ein zweckmäßiges Bestreben dazu hätte. Wenn aber im Act der Krystallisation selbst ein Hinderniß die Ausbildung einer Ecke hemmt, so wissen wir gar nicht, ob nicht hierin gerade einer der Umstände liegt, welcher die krystallisirende Substanz bewegt, lieber die ganze, in ihrer Integrität nicht zu vollendende Gestalt aufzugeben, und dafür in einer unter den gegebenen Umständen vollständig realisirbaren secun-

bären Form zu krystallisiren, in der die unmöglich gewordenen Ecken gar nicht vorzukommen brauchen. Allerdings finden sich nun in der Natur auch wirklich mangelhafte Krystalle; aber auch nicht alle Mißgeburten zeigen Compensationsbestrebungen. Was das Zweite betrifft: wenn in einem lebenden Keime die normale Entwicklung gehindert wird, so ist nicht zu beweisen, daß die zweckmäßigen Abänderungen nicht auch reine Resultate der veränderten Bedingungen sein könnten, so wie die secundären Gestalten eines Krystalls, oder die verschiedenen Abtheilungen, die sich in einer Saite bei Fixirung verschiedener Punkte von selbst bilden. Die Zweckmäßigkeit kann hier nicht entscheiden, denn nicht nur kann sie recht wohl selbst Resultat der zweckmäßigen normalen Verhältnisse sein, die durch geringe Störungen nicht vollständig in unzweckmäßige umgewandelt werden, sondern es ist überhaupt noch die Frage, ob man viele dieser Abänderungen zweckmäßig nennen soll. Wenn in einer Mißgeburt Formfehler einmal so groß sind, daß ein vernünftiges der Idee der Gattung gemäßes Leben nicht mehr erreicht werden kann, selbst durch jene Abänderungen des Bildungsganges nicht, wie kann man da wohl etwas Zweckmäßiges darin sehen, wenn die bildenden Kräfte nun doch fortwirken, obwohl der Zweck ihres Wirkens längst unwiederbringlich verloren ist? Wenn einem Fötus einmal das Gehirn fehlt, so wäre für eine freiwählende Kraft das einzige Zweckmäßige dies, ihre Wirkungen einzustellen, da sie diesen Mangel nicht compensiren kann. Darin aber, daß die bildenden Kräfte durch ihr Fortwirken dazu beitragen, daß ein so völlig unzweckmäßiges und elendes Geschöpf auf eine der Idee der Gattung widerstreitende Weise eine Zeitlang existiren kann, darin scheint mir im Gegentheil ein schlagender Beweis dafür zu liegen, daß die Zweckmäßigkeit des letzten Erfolgs immer von einer Disposition rein mechanisch determinirter Kräfte herrührt; deren Ablauf, wenn er einmal eingeleitet ist, ohne Besinnung und Rücksicht auf sein Ziel genau so weit dem Gesetze der Trägheit nach vor sich geht, als ihm nicht ein Widerstand entgegengesetzt, oder die dienenden Mittel entzogen werden. Ein natürliches Gefühl würde sich nicht so vor Mißgeburten entsetzen, wenn es in ihnen zweckmäßige Bestrebungen, doch wenigstens Etwas zu bilden, bemerkte; das Grauen rührt daher, daß hier der Mechanismus sich emancipirt und losgerissen von seiner Naturidee mit der besinnungslosen Emsigkeit der Nothwendigkeit fortarbeitet.

Diese Analyse des Thatbestandes zeigt uns, daß weder in der Mischung, noch der Gestaltbildung des Organischen Facta vorliegen, welche verböten, den Organismus als das Resultat mechanischer Kräfte, die auf eine bestimmte Weise combinirt sind, aufzufassen. Vielleicht indessen, daß der bereits ausgebildete Körper in den Verhältnissen seiner Gegenwirkungen nach außen so beträchtlich vom Unorganischen abweicht, daß wir dennoch transscendente Lebenskräfte annehmen müssen. Wir wollen dies jetzt prüfen.

2. Aus eigenem Antrieb würde ich den Organismus gewiß nicht eine Maschine nennen. In unseren Kunstproducten, denen dieser Name gehört, sind wir, denen die Naturkräfte nicht von selbst gehorchen, genöthigt, durch Hebel, Schrauben, Stangen und Seile das zu bewirken, was in der Natur auf viel freiere und großartigere Weise durch die unsichtbaren Fesseln und die unhörbaren Gebote der Grundkräfte realisirt wird. Daher klebt der Begriff einer gemachten, armseligen Künstlichkeit der Vorstellung der Maschine an. Da aber die Gegner dieser Ansichten mir dieses Wort doch unterschieben würden, so will ich es lieber gleich selbst brauchen, und sehen,

ob die Wirkungen im Körper sich durchaus von den Gesetzen der Maschinenwirkungen unterscheiden.

Man hat wohl sonst häufig gesagt, daß der Körper, wenn er auch mechanisch wirke, doch mindestens eine sich selbst in Bewegung setzende, sich selbst aufziehende Maschine sei. Noch Treviranus bemerkt, der Mechanismus zehre sich durch seine Wirkungen auf, der Organismus habe sein Bestehen durch die ihm eigene Wirksamkeit. Indessen im Angesicht der Gestirne, die in ihrem wechselvollen mechanischen Lauf nie zur Ruhe kommen, sondern in der That ein Triebwerk darstellen, das sich selbst aufzieht, indem jeder Stern an seinen vorigen Ort gekommen, auch genau seine vorige Richtung und Geschwindigkeit wieder gewinnt, im Angesicht der Thatsache ferner, daß gerade allen lebenden Wesen ein Ziel gesetzt ist, das sie nicht zu überschreiten vermögen, werden wir wohl zugeben müssen, daß gerade das Gegentheil jener Ansicht durch die Beobachtung gelehrt wird. Wo in der Natur Grundkräfte frei wirken, da rufen gerade die einfachsten mechanischen Verhältnisse jenes sich selbst erhaltende Bewegungsspiel eines perpetuum mobile hervor, während die organischen Körper nicht solchen freien Mechanismen der Natur, sondern den Maschinen der Kunst ähnlicher sind, da sie fortwährend eines neuen Ersatzes und Anstoßes ihrer Bewegung bedürfen. Wie Uhren Tage, Monate, Jahre lang gehen, so läuft das Triebwerk der menschlichen Maschine in 70 Jahren und darüber ab, und nie hat es jene angebliche Fähigkeit, sich selbst aufzuziehen. Im Gegentheil gehören die günstigsten Bedingungen schon zu einem nur so langen Ablauf. Während dieser Zeit selbst ist aber der Organismus nicht unabhängig vom Aeußern; seine Triebkraft würde vielmehr sehr schnell erlöschen, wenn sie nicht von außen neu angeregt würde. Auf zwei Weisen ist dafür gesorgt. Die Pflanzen bedürfen zu ihrer Entwicklung nur Luft, Licht, Feuchtigkeit und Erdboden; sie wurzeln in dem letztern und strecken ihre Zweige in die Luft; diese allgemeinen Bedingungen ihres Lebens entfliehen ihnen nicht leicht, und so werden sie, selbst ganz unthätig dabei, ohne Umstände durch den Wechsel der äußeren Einflüsse aufgezogen. Fehlen diese in ungewöhnlichen Fällen, so können die Pflanzen ihren Mangel durch keinen innern Impuls ersetzen, sondern gehen ein. Die Bedürfnisse der Thiere sind theilweis verwickelter. Protein, Fett und Zuckerstoffe sind keine überall gegenwärtigen Naturelemente; sie müssen aufgesucht werden. Nun könnten wir uns zwar denken, daß sie den Thieren durch mechanische Attraction zugeflogen kämen, allein die Natur hat einen andern Ausweg in der Mitgabe der thierischen Seele gefunden. Sie ist es, der die Mängel des Mechanismus kund werden, und die für ihre Befriedigung sorgt, indem sie einen Theil der mechanischen Kräfte willkürlich zur Befriedigung der Triebe verwendet. Man nehme dem thierischen Körper Sinne und Empfindung, so wird der Leib allmälig zerfallen, weil er als Maschine sich keineswegs allein aufziehen kann. Man sollte deßwegen die zweckmäßige, schöpferische, organische Kraft nicht zu sehr vergöttern; der lebende Körper leistet dem Principe nach nicht mehr als jede Maschine, und ist der allmäligen Aufzehrung und allen Mängeln derselben ohne willkürliche Abwehr unterworfen; die Fortdauer seiner Entwicklung wird ihm nur durch die harmonischen Einwirkungen des Aeußern, oder durch ein dem Körperlichen völlig fremdes Princip, die Seele, dargeboten. Dies gilt auch von den niedersten Thieren; denn je weniger ihre Seele ausgebildet erscheint, desto mehr finden sie sich auch, wie die Pflanzen, unter Bedingungen gestellt, die ihnen fortwährend die Gegenwart hinlänglicher Lebensreize sichern.

Man hat, wie Henle[1]) dies ausdrückt, die organische Kraft dadurch von allen physischen zu unterscheiden geglaubt, daß sie sich ohne Verlust ihrer Intensität theilen und auf mehre Stoffe übertragen lasse. Dachte der geistreiche Beobachter nicht daran, daß genau das Nämliche bei dem Magnete stattfindet, dessen Kraft ohne Schwächung auf viele Eisenstäbe sich verpflanzen läßt, so daß diese die nämliche polare Form der Wirkung zeigen? Daß umgekehrt, namentlich bei einigen niederen Thierklassen, der Act der Fortpflanzung eine tödtliche Erschöpfung der Kräfte herbeizuführen scheint? Auch Joh. Müller ist in diese Ideen eingegangen; es scheint mir jedoch, als fasse man so überhaupt die Erscheinungen zu massenhaft in eine Abstraction zusammen. Kräfte werden überhaupt in der Natur nicht von Stoff zu Stoff mitgetheilt, sondern nur Geschwindigkeiten und überhaupt Veränderungen, oder einzelne diffusible Fluida. Was bei der Uebertragung des Magnetismus vorgeht, wissen wir so genau nicht; die Lebenserscheinungen aber bieten hier, wie ich glaube, gar keine wirkliche Schwierigkeit. Aus dem mütterlichen Körper wird anfänglich verhältnißmäßig nur ein unbedeutender Antheil von Masse, das Eichen, entfernt, dessen Entwicklungsfähigkeit nur auf einer bestimmten Anordnung seiner Theilchen beruht, und gar keine Uebertragung einer noch besonders belebenden Kraft bedarf. Da das Eichen mit dem mütterlichen Körper in gar keiner so nahen Verbindung stand, daß er irgend einen erheblichen Antheil zu der Größe seiner lebendigen Leistungen geben konnte, so wird auch seine Ablösung nicht nothwendig mit einer Verminderung der Lebenskraft im mütterlichen Körper verbunden sein. Aber die Ablösung selbst, die Befruchtung und weitere Ernährung des Eichens geschieht bei vielen Thieren nur durch bedeutende, wiederholte Anstrengungen und Bewegungen; da sehen wir aber auch, wie diese Erschütterungen der älterlichen Organismen auf deren Lebenskraft einen ganz außerordentlichen Einfluß ausüben, indem durch sie Theile consumirt werden, die wirklich einen Beitrag zum Leben der Aeltern abgaben. Die Lebenskraft eines so ausgestoßenen Keimes verhält sich aber zu der der Aeltern, wie ein Differential zu einer endlichen Größe; vergleicht man freilich später die Summe der Muskelkräfte einer Generation mit denen des Aelternpaars, so hat allerdings die Größe der Leistung, d. h. die Lebenskraft, ungeheuer zugenommen, aber wodurch? Nicht durch eine Theilung der Lebenskraft der Aeltern, sondern dadurch, daß die Kräfte des Keimes sich wie eine Lawine vergrößern, indem die Vereinigungsform der Theile hier zu einem Gesetz für die successive Anlagerung neuer ergänzender Massen wird. Der Keim stärkt sich, nicht indem er die Kräfte der Aeltern, sondern indem er die der unbelebten Natur in sich hineinzieht, und sich dienstbar macht. Dies ist aber kein Uebertragen einer Lebenskraft auf diese Stoffe der äußern Natur, sondern nur die Uebertragung einer bestimmten Vereinigungsform, so daß die Lebenskraft, anstatt sich ohne Intensitätsschwächung auf verschiedene Theile zu übertragen, vielmehr durch die Zusammenfassung verschiedener Massen in dieselbe Form eine Intensitätserhöhung erfährt. Ueberlegt man im Speciellen diese wirklichen Verhältnisse, so wird man nicht recht begreifen, wo hier diese so vielfach besprochene Dunkelheit herrührt; sie geht gewiß nicht aus der Natur der Sache hervor, sondern eben aus der falschen Voraussetzung einer einzigen wirkenden Lebenskraft, von der sich dann allerdings

[1]) Allgem. Anat. S. 218.

nicht einsehen ließ, wie sie verschiedene Geschöpfe hervorbringen sollte, ohn bei jeder neuen Production abzunehmen.

Noch einen andern Unterschied der organischen Kraft von der physischen findet Henle darin, daß sie den Wechsel der Bestandtheile des Körpers überdaure, und daher nicht die Summe oder das Product der Kräfte der einzelnen Bestandtheile sein könne. Auch dies ist kein genauer Ausdruck der Erfahrung. Aus ihr wissen wir erstens gar nichts davon, daß eine organische Kraft sich im Wechsel der Bestandtheile erhalten, sondern nur daß die Form des Körpers und die Summe seiner Lebenserscheinungen während dieses Wechsels sich nicht auffallend verändern. Gewiß aber wird Henle nicht behaupten können, daß dieser Wechsel für die Form und die Intensität der Lebensfunctionen ohne allen Einfluß sei, wir finden im Gegentheil, daß er oft die gefährlichsten Schwankungen in beiden herbeiführt, wenn wir auch das nähere Gesetz der Proportionalität zwischen ihm und seinen Effecten nicht kennen. Man kann ferner nicht so allgemein sagen, die Lebenskraft überdaure den Wechsel »der Bestandtheile«, sondern sie überdauert den Wechsel einiger, während die anderen ihr noch einen Stützpunkt darbieten; das Leben ginge aber zu Grunde, wenn alle Bestandtheile gleichzeitig und mit derselben Intensität wechseln wollten. Ein solches Verhalten aber ist sehr einfach und ähnlich dem Gleichgewicht eines Tisches, der zwar eigentlich vier Beine hat, aber auf dreien ruhen kann, und somit den Wechsel einzelner Beine, aber nicht aller, überdauert. Dagegen lehrt dieses wenn auch triviale Beispiel noch mehr. Wenn nämlich der Tisch sich auch noch im Gleichgewicht erhält, so ist es doch jetzt ein labiles geworden; denn eine Last, die die ununterstützte Ecke trifft, wird den Tisch zu Falle bringen, was sie vorher nicht vermocht hätte. Mag daher über dem Wechsel der Bestandtheile die allgemeine Form der Gestalt und der Ablauf der Lebenserscheinungen im Ganzen sich erhalten, so wird doch die eventuelle Resistenzkraft des Körpers Schwankungen unterworfen sein, und immer wird sich die Totalität des eben vorhandenen Lebens als das Resultat aller zur Zeit der Beobachtung gegebenen Bedingungen darstellen. Daß diese Bedingungen veränderliche sind, kann an sich kein Gegengrund gegen mechanische Ableitung sein; ändert sich nicht auch die Schwere mit den Entfernungen, oder sollen wir die Bewegung und die Gestalt eines Wasserstrudels einer organischen Kraft zuschreiben, weil veränderliche Wassertheilchen successiv die sich gleich bleibende Form seiner trichterförmigen Wandung bilden? Daß nun die Lebenskraft Summe oder Product der Kräfte der Theilchen sein solle, dies verlangt wohl Niemand, sondern nur eine Function irgend welcher Art soll sie davon sein. Wenn wir uns erinnern, daß schon die Diagonale des Parallelogramms der Kräfte nur in einem einzigen Falle, wenn beide Seitenkräfte einerlei Richtung haben, in die Summe beider übergeht, wenn wir ferner bedenken, wie vielfältig die oben bei der Reizbarkeit erwähnten Zusammenstellungen einzelner Kräfte sein können, so werden wir natürlich nur verlangen, daß die Lebenskraft in irgend einer, vielleicht sehr verwickelten Functionsform den einzelnen Kräften proportional sich verändere. Wer hier voraussetzen wollte, daß sie der Summe der Molecüle, also dem Gewichte des Körpers gemäß wachse, würde nicht genauer verfahren, als der, welcher die Resultante zweier Seitenkräfte bloß aus ihren Geschwindigkeiten und ohne Rücksicht auf den Winkel, den sie bilden, bestimmen wollte.

3. Die bisherigen Bemerkungen sollten die Meinung widerlegen, als

entsprächen die Verhältnisse, die sich zwischen der organischen Kraft, ihren Massen und ihren äußeren Sollicitationen vorfinden, nicht jenen allgemeinen Gesetzen, die wir über die nämlichen Verhältnisse physikalischer Kräfte festhalten müssen. Noch eine Reihe von Erscheinungen ist übrig, aus der man eine Eigenthümlichkeit der lebendigen Kraft ableitet, nämlich die Einwirkung des Idealen auf die Massen, die im lebenden Körper ganz unleugbar statthat. Noch einmal muß ich zuerst mit einem Wort auf die Zweckmäßigkeit als angeblichen Charakter des Lebendigen zurückkommen. Natürlich können wir nicht so gedankenlos sein, durch eine solche Bezeichnung die ganze übrige Schöpfung des nämlichen Gottes für zwecklos oder zufällig zu erklären. Vielmehr, wenn gegenüber dem Sternensysteme, dessen einfach mechanischer Wechsel durch den Umlauf der Tages- und Jahreszeiten ebenso physikalisch als ästhetisch bedeutsam das körperliche und geistige Leben mitbedingt, wenn dem gegenüber dem Organismus eine höhere Zweckmäßigkeit zukommen soll, so muß sie darin liegen, daß er nicht bloß die durch die Combination seiner Massen prädestinirten Zwecke verfolgt, sondern sich neue Zwecke setzen kann, und daß er selbst im Stande ist, die zu deren Verwirklichung dienenden Mittel mit einem absolut neuen Anfange der mechanischen Bewegung herbeizuschaffen. Die Entstehung des Körpers macht nun nach dem Obigen eine solche Annahme nicht nothwendig; sie würde es aber, wenn wirklich eine Heilkraft der Natur existirte, welche, wenn äußere Störungen eben jene Disposition der Massen verändert hätten, auf der die zweckmäßige Wirkung im gesunden Zustande beruhte, doch im Stande wäre, sich solche Grundlagen von Neuem selbst wieder zu geben. Wir haben von der Heilkraft noch später zu sprechen und erwähnen hier nur, daß eine solche Kraft ihrem Begriffe nach schlechthin schrankenlos und unendlich gedacht werden müßte, indem für sie, welche bloß teleologisch bestimmt, aber an gar keine materielle Grundlage gebunden ist, durchaus nichts unmöglich sein kann. Je mehr uns nun traurige Erfahrungen am Krankenbette zwingen, zuzugeben, daß diese Kraft ihre Grenzen, ja sogar ihre sehr engen Grenzen hat, um so mehr wird sich ein ungünstiges Vorurtheil gegen sie bilden, und wir werden bei weiterer Ueberlegung eine Kraft, die nur unter gewissen Umständen zweckmäßige, heilende Rückwirkungen zu entfalten vermag, natürlich auch als eine solche ansehen müssen, deren Macht nur aus den zusammenstimmenden Wirkungen der gegebenen Umstände hervorgeht. Wir werden später es noch wahrscheinlicher machen können, daß in der That die Heilkraft der Natur genau nur so weit geht, als die in der Construction der thierischen Maschine einmal gegebenen glücklichen Umstände, vermöge deren eine Störung durch eine andere aus der Störung selbst mit mechanischer Nothwendigkeit folgende Veränderung compensirt wird.

Einen viel gewichtigeren Einwurf gegen alle unsere mechanischen der Willkür widerstrebenden Ansichten scheint die unleugbar mathematisch völlig regellose und unberechenbare Einwirkung des Geistes auf unsere Körperzustände zu bilden. Während, wenn wir auch im Ganzen der Welt eine Folgsamkeit aller Massen gegen das Gebot bestimmender Ideen voraussetzen, diese doch in allen anderen Wissenschaften über die Grenzen der Erfahrung hinausfällt, innerhalb dieser Grenzen aber nur als determinirtes Resultat mechanischer Veranstaltungen sich erhält, unterscheidet sich die Lehre vom Leben dadurch, daß hier der bestimmende Einfluß der Ideen selbst Gegenstand der Erfahrung, und dem Objecte der Untersuchung immanent ist. So schiene dies ja zu beweisen, daß in der That Ideen, abstracte Bestimmungen

eine massenbewegende Kraft in dem Ablauf mechanischer Processe zu äußern vermöchten, und wir würden folglich nichts dagegen einwenden können, daß auch der Idee der Gattung ein solcher wirkender Einfluß zugestanden werde, den wir ihr oben immer bestritten haben? Indessen können wir, durch Schwierigkeiten geschreckt, das, was wir wissen, nicht um dessenwillen zurücknehmen, was wir nicht wissen. Die Lösung dieser Frage bietet sich folgendermaßen. Nur insofern haben wir den Ideen keine Wirksamkeit zugeschrieben, als sie bloß Ideen waren, nicht aber durch bestimmte wirkliche Dinge und deren Verhältnisse getragen, selbst ein Wirkliches darstellen. Das Nämliche gilt von den Gedanken der Seele. Als Gedanken oder Ideen haben sie nicht die mindeste massenbewegende oder überhaupt wirkende Kraft, denn so stehen sie als Abstracte dem Concreten hülflos gegenüber; sie können aber solche Kraft insofern erlangen, als sie bestimmte Zustände, Modificationen oder Bewegungen eines Wirklichen, eines Substanziellen, nämlich der Seele, sind; denn so stehen sie als Zustände der einen concreten Substanz den Zuständen anderer concreten Substanzen in dem gleichen Sinne des Daseins gegenüber, und können als erste Prämissen mit jenen als den zweiten Prämissen zusammengenommen einen Grund bilden, aus dem nach allgemeinen Gesetzen eine Folge hervorgeht. Alle Sätze über die Ursachen und die Bewirkung durch sie gelten nämlich von allem Wirklichen, unangesehen, ob dies Körper oder Geist sei, und die Schwierigkeit der gewöhnlichen Vorstellung entsteht hier daher, daß man auf diesen abstracten Begriff der Ursache nicht zurückgeht, sondern die Einwirkung des Geistes auf den Körper vermittelst des abgeleiteten Begriffs der Kraft zu erläutern strebt, der eben nur in dem speciellen Falle der Wirkung zwischen Stoff und Stoff Bedeutung gewinnt. Für unsere Vorstellung haben Geist und Materie unmittelbar gar nichts gemein, und jedes reale Mittelglied, durch welches man sie mit einander verbinden möchte, muß immer von der Natur des Einen sowohl als des Andern zugleich sein, um in beiden fußen zu können, aber dadurch wird es nur zu der Wiederholung des vorigen Räthsels. Welche unbewußten, träumenden, vegetativen, in die Materialität versenkten Seelen man auch ersinnen mag, um diese Kluft zu verdecken, man wird auf diese Weise nie zum Ziele gelangen. Durch ein wirkliches Mittelglied, durch eine reale Maschinerie den Einfluß des Geistes auf den Körper und umgekehrt, erklären zu wollen, ist eben eine unrichtige Forderung; ihre Einheit und ihr Zusammenhang muß vielmehr aus dem begriffen werden, was ihnen bereits gemeinschaftlich zukommt, nämlich aus dem Begriffe der Substanz, und dem der Bewirkung, der sich auf diesen anwenden läßt. Zu dieser Anwendung gehört vor Allem, daß zwei Substanzen mindestens in eine solche Beziehung zu einander gebracht werden, daß ihre Eigenschaften, sobald sie nach allgemeinen Gesetzen eine Folge begründen können, nun nicht mehr gleichgültig gegen einander sein können, sondern diese Folge in der That als Wirkung hervorbringen müssen. Für die physikalischen Kräfte wissen wir, daß jene Beziehung das gleichzeitige Vorhandensein im Raume ist, und daß die Wirkung sich am häufigsten auch nach dem Grade richtet, in welchem diese Beziehung beider Körper für einander realisirt ist, d. h. nach der Entfernung. Für die Wechselwirkung körperlicher und geistiger Substanzen können wir allerdings die Art dieser Beziehung nicht näher bezeichnen, allein die Erfahrung scheint uns zu überreden, daß ein inniges Zusammensein der Seele mit dem Körper auch hier die Bedingung ist für jede Einwirkung überhaupt, und daß nie die Veränderungen der Seele auf eine andere Masse einwirken, als auf die,

welche constant mit ihr verbunden ist, auf den eigenen Leib. Ich befinde mich hier in dem Falle, anstatt gegen wunderbare Erscheinungen der Lebenskraft zu protestiren, umgekehrt die Unmöglichkeit manches Wunderbaren nicht klar einzusehen, die von der Physiologie als bewiesen angenommen wird. So gewiß es ist, daß nichts abstract Ideales auf die Masse einwirkt, sondern immer nur, insofern es wirklicher Zustand eines concret Idealen ist, so weiß ich doch daher nicht die Unmöglichkeit mancher Erscheinungen des thierischen Magnetismus herzuleiten, in welchen angeblich die Zustände der Seele auch auf fremde Körper oder unbelebte Massen einwirken sollen. Niemand scheint mir dafür bürgen zu können, daß die Seele nicht auch mit anderen Körpern, obgleich vielleicht mit unendlich schnell sinkender Wichtigkeit, in der nämlichen gegenseitigen Beziehung steht, welche ihr die Möglichkeit der Einwirkung auf den eigenen Leib gewährt. Allerdings scheinen alle constanten und beglaubigten Erfahrungen gegen eine solche Ausdehnung ihrer Wirksamkeit zu sprechen, allein, wer sich wirklich über diese etwas peinlichen Begriffszusammenhänge klar ist, wird doch zugeben müssen, daß hier ein für künftige Erfahrungen noch offener Ort ist, und daß die Entscheidung keineswegs von einer apriorischen Theorie ausgehen kann, am wenigsten von einer solchen, die wie die gewöhnlichen physiologischen Ansichten, selbst so oft gegen alle a priori erkennbaren methodischen Anforderungen verstoßen. Ich füge nur noch hinzu, daß diese Bemerkungen bloß für die logische Möglichkeit der realen Möglichkeit solcher Erscheinungen sprechen sollen, deren außerordentliche Unwahrscheinlichkeit mir nicht entgeht.

Um zu dem zurückzukehren, was wir hier beabsichtigen, so war es dies, nachzuweisen, daß auch aus dem Verkehr zwischen Seele und Leib keine Berechtigung für die Annahme herzuleiten ist, Ideen als Abstracta vermöchten irgendwie die Massen zu verändern. Nur dann könnte die Idee der Gattung die ihr vielfach aufgetragenen Geschäfte verrichten, wenn sie als ein Zustand der wirklichen Seele vorhanden wäre und zwar so, daß nach allgemeinen Gesetzen vermöge der Beziehung zwischen Leib und Seele die entsprechenden körperlichen Verrichtungen mit mechanischer Nothwendigkeit aus diesem Zustande der Seele folgen müßten. Der Begriff eines solchen psychisch-physikalischen Mechanismus läßt sich folgendermaßen entwickeln. Da Vorstellungen, Willensbewegungen und alle anderen Seelenzustände vollkommen unvergleichbar mit den quantitativen und räumlichen Bestimmungen der Materie sind, dennoch aber aus den ersteren die letzteren folgen sollen, so laufen hier offenbar zwei gänzlich von einander verschiedene, völlig disparate Reihen von Processen, eine körperliche und eine geistige an einander ab. Nie liegt in der völlig intensiven Qualität des geistigen Vorgangs die extensive Bestimmtheit des materiellen, sondern wenn einer den andern hervorrufen soll, so muß durch ein beiden äußerlich scheinendes Band eine Proportionalität zwischen ihnen angestiftet werden. Es muß daher allgemeine Gesetze geben, welche befehlen, daß mit einer Modification a der Seelensubstanz eine Modification b der Körpersubstanz verbunden sei, und nur kraft dieses von ihr selbst unabhängigen Gesetzes, gar nicht durch eigene Machtvollkommenheit oder eigenen Impuls ruft die Veränderung der Seele eine entsprechende des Körpers hervor. Es ergiebt sich daraus, daß die Seele, wenn sie wirken soll, erst darauf warten muß, ob die Veränderungen, denen sie eben ausgesetzt ist, solche sind, welchen nach dem allgemeinen Gesetze eine Bewegung der Massen associirt ist; wäre dies nicht der Fall, so hat das Gesetz auch keine Anwendbarkeit und die Seele kann nichts bewirken. Dies finden wir nun auch. Zahllose Vorstellungen, Wünsche und Begierden realisiren sich nicht; wir mögen uns Flügel erdichten oder des Treviranus Weizenkorn mag von seiner zu-

künftigen Blüthe träumen; dies Alles bringt nicht die leiseste Bewegung der Massen hervor. Nur der Wille einer einfachen Muskelbewegung erzeugt sie wirklich. Unsere innere Erfahrungswelt also, Vorstellungen, Gefühle, Begierden sind nur die Erscheinungsweisen, welche innere Zustände der Seelensubstanz für unsere eigene Beobachtung annehmen. Als solche Scheine haben sie sämmtlich nicht die geringste Kraft, das Wirkliche zu bewegen; dagegen jene inneren, unbewußten, der Erfahrung völlig abgewandten, nie zu unserer Ansicht gelangenden Zustände der Seele als Substanz, können mit den Zuständen des andern Wirklichen, des Leibes, zusammengenommen, den Grund zu dem Hervortreten einer Massenwirkung mit ganz neuem Anfange enthalten. Sie können dies jedoch nur; in Wirklichkeit fragt es sich noch darnach, ob dem allgemeinen hier gültigen Gesetze zu Folge im speciellen Falle aus a und b überhaupt wirklich etwas folgen kann, und ob das, was folgt, gerade als körperliche Bewegung und nicht vielleicht als geistiges Gefühl in unsere Beobachtung eintritt. Wir finden also hier wiederum einen mechanischen Zusammenhang nothwendig gefordert, und wir werden in einem späteren Artikel nachweisen [1], in verhältnißmäßig wie wenigen Fällen wirklich ein solcher mechanischer Einfluß des Geistes auf den Körper stattfindet, und wie die willkürlichen Bewegungen in der That nur Combinationen und Benutzungen dieser einfachen Elemente sind.

Obwohl wir nun hier eigentlich gar nicht auf die rein speculative Frage über die Art des Zusammenhangs zwischen Leib und Seele eingehen mögen, so müssen wir doch noch Einiges einer sich immer wieder hervorthuenden Nachfrage zu Liebe bemerken. Man möchte nun einmal gerne wissen, wie es ein solcher Zustand der Seelensubstanz anfängt, um im Körper eine Bewegung hervorzubringen, und man begnügt sich nicht so leicht mit der Antwort, daß jede Folge erfolgen müsse, sobald ihre Prämissen da sind, ohne daß es noch eines besondern Stoßes bedürfte. Diese Frage entspringt aus den Mißverständnissen über den Begriff der Kraft. Man hat sich durchaus gewöhnt, vorauszusetzen, daß der nämliche Widerstand, den wir bei Bewegung einer Last empfinden, auch der Vollziehung der Naturgesetze entgegenstehen müsse. So wie wir nun durch Zug, Stoß, Schlag und Druck mechanische Wirkungen hervorbringen und dabei die Wucht unsers Armes fühlen, so sollen, wie man meint, auch die Grundkräfte der Körper durch Zug oder Stoß die Bewegungen erzeugen, sie sollen überhaupt eines gewissen Impulses, als eines realen Mittels sich bedienen. Wir haben darüber schon früher gesprochen. Die Erfahrung zeigt uns nur, daß die Körper sich im Raume nach gewissen Verhältnissen nähern. Wenn wir deßhalb den Körpern Anziehungskraft beilegen, so geschieht dies nicht so, als sollte diese nun das reale Mittel sein, durch welches die Körper einen Widerstand besiegen, der der Ausführung des Gesetzes entgegenstände. Denn so würden wir in's Unendliche weiter fragen können: wie macht es nun die Schwerkraft, um die Körper zu nähern? Zieht sie, stößt sie, drückt sie? Und wenn sie zieht, wie macht sie's, um die Verkürzung des Bandes zwischen beiden zu bewirken, worauf aller Zug beruht? Solche Vorstellungen und Fragen sind uns Menschen sehr natürlich, weil wir in der That bei allen Wirkungen, die wir kunstmäßig intendiren, den Widerstand der Naturkräfte erfahren. Dies hängt aber ganz einfach zusammen. Wenn wir beim Maschinenbau oder sonst zwei Körper einander horizontal nähern, oder sie vom Erdboden entfernen wollen, so ist dies eine willkürliche Zumuthung unserseits, nicht aber ein Naturgesetz, welches den Körpern zu gehorchen befiehlt, sondern wir, überall mit zu-

[1]) S. d. Art. Instinkt.

sammengesetzten Hülfsmitteln, mit den Hebelmaschinen unsers Gliedbaues z. B., niemals aber mit Grundkräften operirend, müssen überall die wirklichen Naturgesetze durch List, theilweis aufzuheben, theilweis zu benutzen suchen. Daher erfahren wir Widerstand, weil ein allgemein gültiges Naturgesetz sich unseren willkürlichen Einfällen widersetzt. Im Ganzen der Welt aber kann der Verwirklichung eines Gesetzes nie ein Widerstand entgegenstehen, und es bedarf daher nirgends eines besondern Impulses, sondern Alles, was aus gegebenen Prämissen folgen kann, folgt auch ohne Umstände und Unterhandlung. Es ist interessant, den doppelten Irrthum an diesem Punkte noch einmal zu überblicken, den die gewöhnliche Vorstellung begeht. Daß Kräfte existiren können, ohne durch wirkliche Ursachen repräsentirt zu sein, dies macht sie sich leicht weis; sie glaubt also, daß etwas ohne Bedingungen entstehe, daß ein Allgemeines als Allgemeines doch ein Besonderes erzeugen könne; umgekehrt aber, wenn sie die Prämissen wirklich hat, so scheint ihr noch etwas zu fehlen und sie dichtet einen Stoff als complementum possibilitatis hinzu. Nur das specielle größere Interesse, das alle Welt an dem Zusammenhange der Bewirkung zwischen Leib und Seele nimmt, hat den Glauben erweckt, als wüßten wir über dieses Problem dasjenige nicht, was wir bei anderen der Physik des Unbelebten angehörigen Fragen zu wissen glauben. Dennoch ist auch in diesen überall die nämliche scheinbare Dunkelheit. Niemand kann angeben, wie es ein Körper beginnt, um dem andern eine Bewegung im Stoße mitzutheilen und ich darf nur an die alten Streitigkeiten über die Lehre vom Stoße erinnern, um bemerklich zu machen, wie auch hier die nämliche Frage schläft und jeden Augenblick wieder aufwachen kann, wenn nicht der gesunde Sinn der Physiker sie zurückhält. Ebenso, die wirkenden Kräfte sind in der Natur Functionen der Entfernung. Warum wirkt ihre Intensität in größeren Weiten weniger? Wie kann denn der Raum, der doch gewiß ebenso ideal ist als die Seele, eine physikalische Kraft schwächen oder einen Theil davon verschlingen? Niemand wird dies je anzugeben vermögen, aus dem einfachen Grunde, weil dies Alles eben die letzten Gesetze sind, aus denen aller Mechanismus hervorgeht. Unmöglich kann man daher wieder einen neuen Mechanismus, eine gewissermaßen sublimirtere Maschinerie im Ernste verlangen, welche nun wieder die Ausführung der Gesetze möglich machte, aus denen eben der Mechanismus sich entwickelt. Der Zusammenhang der Bewirkung zwischen Leib und Seele ist daher seiner allgemeinen Möglichkeit nach nicht im allergeringsten dunkler, aber gerade ebenso dunkel, wie der Hergang der Causalität in allen anderen Beispielen derselben.

Sobald es einmal allgemeines Gesetz ist, daß auf eine gewisse Modification der Seele a eine Mod. b des Körpers eintrete, so tritt diese b auch sogleich ein, wenn a gegeben ist, und nie führt dies a einen Stoß auf b aus, der überdies seltsam sein müßte, da er aus dem idealen Dasein in das körperlich-räumliche überlaufen würde. Borelli, als er die Cohäsion durch die kleinen Häkchen erklärte, mit denen die Atome sich umklammern, führte nur die Consequenzen solcher Irrthümer auf physikalischem Gebiete aus.

Die Art, wie ich den Zusammenhang zwischen Leib und Seele für das Bedürfniß der medicinischen Wissenschaft, eine präſtabilirte Harmonie genannt habe[1]), hat vielfach Anstoß gegeben. Das Obige wird mich vertheidigen. Wie interessant auch die weitere Discussion dieser Frage für die speculative Psychologie ist, wo sie natürlich noch eine andere Beantwortung erhalten muß, so bin ich doch noch immer der Meinung, daß es kein Heil für die Medicin bringt,

[1]) Allg. Pathol. u. Therap. als mechan. Naturwiss. Lpz. 1842.

mehr von Philosophie in sie aufzunehmen, als Noth thut. Nun aber kann es der Medicin ganz gleichgültig sein, worin die geheimnißvolle Vereinigung zwischen Seele und Leib besteht; denn sie ist ein constantes Ereigniß, und liegt allen Erscheinungen ganz gleichmäßig zu Grunde. Dagegen hat es das größte Interesse für die Medicin, welche Affectionen der Seele denn mit welchen des Körpers auf jene geheimnißvolle Weise verbunden sind. Und leider hat die Medicin diese ihr eigenthümliche Frage, über den fruchtlosen Speculationen rücksichtlich des Zusammenhangs selbst, gar zu sehr aus den Augen verloren. So besteht die Lehre vom Hebel nicht darin, daß man zeigt, durch welche Mittel der Cohäsion seine Unbiegsamkeit erzeugt wird, die freilich die conditio sine qua non aller seiner Wirkungen ist, sondern diese wird als eine constante, zu allen Erscheinungen gleichmäßig beitragende Eigenschaft vorausgesetzt, und man sucht nur noch die Gesetze, nach denen Gewichte am einen Arm, dem Geiste, die Bewegungen des andern, des Körpers, bestimmen.

IV. Nachdem wir in dem Vorhergehenden die methodischen Forderungen an jede Theorie des Lebens angeführt, und einige der hauptsächlichsten Erfahrungen auf einen richtigeren Ausdruck zu bringen gesucht, hätten wir nun die positiven Folgerungen zu entwickeln, die aus der Anwendung dieser Principien für die allgemeine Physiologie hervorgehen. Hier ist nun zuerst zu bemerken, daß diese Principien durchaus nur formale sind, daß nicht sie selbst uns lehren, was das Leben ist, sondern nur unter welchen Allgemeinbegriff physikalischer Vorgänge es zu subsumiren ist. Die specielle Wissenschaft davon, wie das Leben ein Beispiel jener Vorgänge neben anderen Beispielen ist, und durch welche Combination welcher Kräfte es sich charakterisirt, kann nur von einer nach jenen Principien geleiteten Empirie gehofft werden. Die Schwierigkeiten, die dieser entgegenstehen, sind groß; die Bestrebungen mechanischer oder eigentlich naturwissenschaftlicher Ansichten noch zu sehr in ihrem Anfang, als daß sie bereits ein bedeutendes positives Material liefern könnten. Viele Fragen werden daher noch unerledigt bleiben, aber doch nicht so viele, als bei den üblichen Theorien der Lebenskraft. Der Gewinn, den die Annahme unserer angeführten Principien mit sich bringen würde, besteht hauptsächlich in der Anerkennung des ungeheuern Umfangs und der Schwierigkeit unserer Aufgaben, woraus sich hoffentlich eine um so größere Spannung des Untersuchungsgeistes entwickeln wird. Wir werden nicht mehr so leichten Kaufs mit der Erklärung der Erscheinungen durchzukommen glauben, wie die Ansichten von der Lebenskraft, die Alles auf einige unbestimmte Abstractionen zurückschiebend, besonders dadurch eine Menge verderblicher Irrthümer in die praktische Medicin ergossen haben, daß sie sich den Schein gaben, eine Erklärung wirklich zu besitzen. So hat sich die praktische Medicin nur zu häufig mit Vernachlässigung der Erfahrung zu einer rationalen Medicin umgebildet, in dem guten Vertrauen, zur Beurtheilung der meisten Krankheitserscheinungen bereits hinlängliche Berechnungsprincipien zu besitzen. Hier wird die Anerkennung mechanischer Principien aber die Unvollkommenheit unserer Erkenntniß an den Tag bringen und die Ueberzeugung erwecken, daß wir praktisch am besten thun, vorsichtig den allerbestimmtesten und bewährtesten Erfahrungen zu folgen, nicht aber jenen scheinbar rationalen Generalisationen, zu deren Rechtfertigung erst in später Zukunft ein langer Weg naturwissenschaftlicher Untersuchungen und Beobachtungen führen kann. Bis jetzt sind die Anknüpfungspunkte zwischen Physiologie und specieller Pathologie und Therapie noch sehr gering an Zahl. Versuchen wir nun, die hauptsächlichsten Sätze kurz anzugeben.

1. Das Geschehen im lebenden Körper unterscheidet sich von dem unbeleb-

ten physikalischen Geschehen nicht durch die principielle Verschiedenheit der Natur und Wirkungsweise der vollziehenden Kräfte, sondern durch die Anordnung der Angriffspunkte, die diesen dargeboten sind, und von denen hier, wie überall in der Welt, die Gestalt des letzten Erfolges abhängt. Das Zusammentreten der einzelnen Massen in jene bestimmte Anordnung, aus welcher als mechanische Resultate sämmtliche Lebenserscheinungen fließen, ist nichts Zufälliges, sondern wird nur erhalten und fortgepflanzt durch die Abstammung aus der Gattung. Niemals ist daher die Entstehung eines Organismus (wenigstens eines höhern) in der Art Gegenstand der Beobachtung, daß sich nachweisen ließe, wie zufällig im Laufe der Veränderungen an der Oberfläche der Erde chemische Elemente in gewissen proportionalen Mengen und unter gewissen äußeren Umständen so zusammengekommen seien, daß sich aus ihnen nun als automatisches Resultat eine Reihe von Lebensbewegungen, ein Individuum, gebildet habe. Daher hat die Physiologie an dieser Continuität der Entwicklung des Keimes aus früheren Organismen, und späteren Organismen aus dem Keim, ihr letztes Factum, welches sie berücksichtigen muß, und sie kann als ersten Grund dieser durch den Proceß der Gattung continuirlich fortlaufenden Reihe von Entwicklungen nur eine über das Gebiet der Naturwissenschaft hinausliegende Schöpfung, nicht aber eine selbst nach mechanischen Principien folgende zufällige Entstehung annehmen. Hier also, wie in jeder Naturwissenschaft sollen nur die Gesetze entwickelt werden, nach denen jede Naturerscheinung sich aus ihren Voraussetzungen folgern läßt, und wieder neue bedingt. Die Physiologie hat daher die Aufgaben, zu untersuchen, wie aus den Gegenwirkungen im ganzen Organismus der Keim entsteht (worüber wir empirisch bis jetzt so gar nichts wissen, daß natürlich an eine naturwissenschaftliche Erklärung gar nicht gedacht werden kann), wie zweitens aus den Wirkungen des Keimes der ganze Organismus sich bildet, wie drittens aus den inneren Zuständen des Körpers und den Einwirkungen des Aeußern der bestimmte Ablauf der Lebenserscheinungen hervorgeht. — Aus den hier angeführten Grundlagen ergiebt sich übrigens von selbst die Widerlegung der von religiösem Standpunkt gegen die mechanischen Theorien gerichteten Vorwürfe, als verlöre das Leben von seiner Würde und Heiligkeit, wenn es als Resultat des Mechanismus gefaßt würde. Man vergißt, daß dieser Mechanismus nicht durch seine eigene Tugend entstanden ist, sondern daß die Weisheit Gottes ihn geschaffen, und ihm, als dem sichersten, niemals eigenem Belieben sich überlassenden Diener die Realisirung der Naturideen aufgetragen hat. Indessen läßt sich dennoch a priori nur wahrscheinlich machen, aber nicht beweisen, daß alles Lebende aus einem durch gleichartige Wesen gebildeten Keime hervorgehen müsse. Die Unwahrscheinlichkeit der generatio aequivoca für höhere Geschöpfe beruht nur auf der Ueberzeugung, daß sie, deren Leben ideale Verhältnisse zu repräsentiren bestimmt ist, in einer der Würde dieser Idee entsprechenden Weise nur in sich selbst eine fortlaufende Reihe der Entwicklung bilden, ohne durch die bloß physikalischen Gegenwirkungen der Processe an der Erde von neuem zu entstehen; rücksichtlich der niedrigsten Thier- und Pflanzenformen, der Proletarier in der Natur, schwindet daher die Unwahrscheinlichkeit der spontanen Erzeugung; denn der Bedeutung und dem Werthe ihres Daseins scheint eine primäre Entstehung aus den Elementen der Natur nicht zu widersprechen. Hier kann uns mithin nur die Erfahrung belehren, und ihr zufolge ist es bis jetzt wahrscheinlich, daß auch noch in diesen Gebieten die organisirten Wesen immer nur aus Gleichartigem entstehen. Wenn wir nun keine Beispiele für die Entwicklung des Organischen aus dem Unorganischen haben, so haben wir deren doch in gewisser Weise für

das Umgekehrte. Während im lebenden Körper die Kräfte der einzelnen, organischen Massen, die ihnen vermöge ihrer physikalischen und chemischen Constitution zukommen, unter ein gemeinsames Bildungsgesetz gebeugt sind, sehen wir sie in Krankheitsfällen zuweilen sich von diesem Gesetze loslösen und sich automatisch dem Spiele dieser Gegenwirkungen überlassen. Ich meine die vielen Afterbildungen bei Pflanzen und Thieren, die sogenannten Luxuriationen der Gewebe, die man wohl in den wenigsten Fällen für eine zweckmäßige Handlung der Lebenskraft wird halten wollen. Sie entstehen vielmehr offenbar, wo durch irgend einen Umstand die noch normal vorhandenen Theile des Körpers den neuen Ansatz zu reguliren aufhören, und dieser sich nun in Formen entwickelt, die als unorganische zu betrachten sind und nur aus den Eigenthümlichkeiten der physikalischen und chemischen Constitution folgen, welche den veränderlichen, lebensfähigen Massen zukommen.

2. Die Entstehung der entwickelten, so höchst kunstvoll angeordneten Gestalt des Organismus aus dem verhältnißmäßig einfach scheinenden Keime würde das erste und eins der schwierigsten Probleme der allgemeinen Physiologie sein. Wir können hiervon noch keine Auflösung geben; aber verwahren müssen wir uns dagegen, daß diese Unfähigkeit dem Princip mechanistischer Ansichten zugeschrieben werde; denn in der That, hat die Annahme einer Lebenskraft etwa geleistet, oder verspricht sie zu leisten, was jenen noch unmöglich ist? Man hat die Annahme, daß in dem Keime bereits jene bestimmte Disposition der Massen und Kräfte vorhanden sei, die später nach bloß mechanischen Gesetzen die vollendete Gestalt als Resultat hervortriebe, dadurch zu widerlegen gesucht, daß man auf die Einfachheit des Keimbläschens und der übrigen Eitheile aufmerksam machte. Dieser Einwurf bedeutet indessen wenig. Auch durch einen Krystall, den wir auf den Objectträger legen, sehen wir hindurch, und werden nichts von allen den doch factisch stattfindenden inneren Verhältnissen gewahr, welche den regelmäßigen Durchgang der Blätter begründen, welche die eigenthümlichen Verhältnisse gegen das Licht und die Erwärmung, die verschiedenen Spannungsgrade in verschiedenen Richtungen bedingen. Könnten wir alle Sinne mit der nämlichen Schärfung zur Untersuchung der Natur anwenden, wie den Gesichtssinn, wie Vieles würden wir entdecken, was uns jetzt unmöglich dünkt, weil es nicht die Eigenschaft hat, gefärbtes Licht in unser Auge zu senden! Ueberdies aber macht man sich wohl eine übertriebene Vorstellung von dem Detail jener Dispositionen, die wir im Keime voraussetzen. Zwar die Ansicht ist längst verschwunden, als lägen in ihm die ausgearbeiteten Miniaturbilder der zukünftigen Glieder, aber noch immer glaubt man eine unermeßliche Anzahl primitiver Molecüle in höchst verwickelten Verhältnissen voraussetzen zu müssen. Diese Annahme scheint mir unnöthig. Wir wissen, daß schon die relativen Bahnen der Centralbewegungen von nur drei Körpern eine so außerordentliche Mannichfaltigkeit der Verhältnisse liefern, daß sie bis jetzt auf keinen allgemeinen mathematischen Ausdruck zurückgeführt werden können. Wüßten wir das Problem der drei Körper für den Fall einer Wirkung in der Berührung zu construiren, wo ohnehin noch, wie im Keime, leicht zersetzbare Substanzen unter dem Einflusse eines Imponderabile, der Wärme, gegen einander operiren und in jedem Augenblicke durch chemische Affinitäten eine neue unberechnenbare Anzahl resultirender Wirkungen hervorbringen können, so würden wir zugestehen müssen, daß in dem Keime keineswegs ein wunderbares Detail zu existiren braucht, sondern nur einige wenige Theile mit einfachen bestimmten Verhältnissen, und daß ein solches Princip der allermannichfaltigsten gesetzmäßigen Entwicklung wohl fähig sei. Wir müssen ferner bedenken, daß in dem Keime nicht alle Theile

gleichzeitig, sondern successiv auf einander wirken. Wäre jenes der Fall, so würde man allerdings wieder auf die Annahme sehr detaillirter Prädispositionen, einer Miniatur der Körper zurückgeführt; denn die Gestalt müßte die einfache Resultante schon vollkommen angeordneter Verhältnisse sein. Im zweiten Fall aber langen wir mit sehr einfachen ursprünglichen Voraussetzungen aus, indem hier jedem neu in die Gegenwirkung eintretenden Molecül ein bestimmter Angriffspunkt durch die schon vorhandenen Combinationen dargeboten wird, und so, indem jedes auf die Resultanten des Vorangegangenen einwirkt, kann sich aus den einfachsten Dispositionen die Mannichfaltigkeit der Gestaltbildung bis zu den verwickeltsten Verhältnissen ausbilden. Diese Bemerkungen mögen hier genügen; es würde ein ungerechtes Verlangen sein, wenn man eine Construction der thierischen Gestalt bereits fertig verlangte; sind doch gerade in morphologischer Beziehung alle Naturwissenschaften noch in ihrer Kindheit. Auch die Bildung der Krystalle ist uns noch verborgen, obwohl die geometrische Regelmäßigkeit ihrer Züge uns von der Leichtigkeit einer physikalischen Theorie, wenn sie nur erst gefunden wäre, überreden zu wollen scheint. Es ist nicht zu vermuthen, daß eine Theorie der organischen Gestaltbildung jemals sich in der Vollständigkeit wird ausbilden lassen, die wir für die Krystallogenese von künftigen Zeiten noch erwarten können; ohne Zweifel langen selbst unsere bis jetzt ausgebildeten Rechnungsarten nicht zu, um die Verhältnisse zu überwältigen, die hier stattfinden mögen, und die, wenn nicht Alles trügt, auf einen noch viel weiter und in höheren Abstractionen ausgebildeten Variationscalcul hinzuweisen scheinen. Was sich aber in diesem Gebiete noch entdecken lassen wird, das hat man gewiß nicht allein von der mikroskopischen Beobachtung zu hoffen; man darf nicht glauben, jemals jene primitiven Dispositionen, die wir im Keime voraussetzen, direct als einen Gegenstand der Erfahrung kennen zu lernen; vielmehr, wenn es überhaupt erlaubt ist, über den Gang noch nicht begonnener Untersuchungen eine Vermuthung zu äußern, wird hier, genau so wie in der neuern Ausbildung der Lichtlehre, aus der Vergleichung der allgemeinen morphologischen Facta eine glückliche Hypothese hervorgehen, die sich ihre Anerkennung durch die Fähigkeit erwerben wird, die Erscheinungen zu erklären. Bis dahin ist die Frage nach der Gestaltbildung nur um des Princips willen festzuhalten; jene erwartete Theorie ist ein wissenschaftliches Ideal, das in Bezug auf höhere Thiere sich nie vollständig, in Bezug auf einfachere Gestalten animalischer und vegetabilischer Geschöpfe allerdings vielleicht einmal erreichen lassen wird.

3. So wenig es nun Frucht brachte oder nothwendig war, die Bildung des Körpers von einer transscendenten Lebenskraft abhängig zu machen, so wenig haben wir Ursache, diese zur Erklärung der Lebenserscheinungen des ausgebildeten lebenden Körpers herbeizuziehen. Wir sehen vielmehr den Körper an als ein System zusammengeordneter und in sich verwickelter physikalischer Massen, aus deren proportionalen physikalischen Einzelkräften unter den gegebenen Angriffspunkten und in Wechselwirkung mit äußeren Einflüssen der Ablauf der Lebenserscheinungen hervorgeht. Lebenskraft theilen wir diesem System nicht als den Grund oder die Ursache seiner Existenz zu, so daß es etwa selbst aus ihr erklärt werden könnte, sondern nur als eine Fähigkeit zu einer bestimmten Größe der Leistung nach außen, welche selbst aus den Verhältnissen der Gegenwirkungen im Körper erklärt werden muß. Eine Angabe der einzelnsten Momente dieses Mechanismus wird für lange Zeiten hinaus unmöglich bleiben; folgen wir jedoch teleologischen Inductionen und vergleichen ihre Resultate mit

den Thatsachen der Erfahrung, so werden wir allerdings einen deutlichen Blick in die Gesammteinrichtung dieses organischen Mechanismus thun können. Der eigentliche Zweck des thierischen Lebens ist ohne Zweifel die Empfindung und die selbstständige Bewegung; alle übrigen Processe im Körper können nur als Mittel angesehen werden, die diesen Zwecken fortwährend die Möglichkeit ihrer Realisation sichern. Aber alle Einflüsse des Geistes, alle Impulse des Willens auf den Körper erfolgen durchaus ohne die geringste periodische Regelmäßigkeit; das System also wird auf mathematisch völlig zufällige Weise in irgend welche Veränderungen versetzt, und muß in sich Hülfsmittel haben, um sich gegen diese Störungen zu erhalten. Dieser Punkt ist der Hauptpunkt aller allgemeinen Physiologie. Der lebende Körper als Mechanismus betrachtet, unterscheidet sich von allen anderen Mechanismen dadurch, daß in ihm ein Princip immanenter Störungen aufgenommen ist, die durchaus keinem mathematischen Gesetze ihrer Stärke und Wiederkehr folgen. Diese Regellosigkeit ist ihm nicht zufällig, sondern sie gehört zu seinem Wesen; darauf hin muß der Mechanismus, der hier wirksam ist, eingerichtet sein. Wollte man nun die Frage, wie ein Mechanismus beschaffen sein müsse, um sich unter solchen Bedingungen im Gleichgewicht zu erhalten, in ihrer Allgemeinheit lösen, so würde der Geist eines Laplace nöthig sein, um die Summe der mathematischen Möglichkeiten hier zu bestimmen; ich beschränke mich auf die Ausführung eines der einfachsten Fälle, welcher gerade der ist, der nach dem Zeugniß der Erfahrung in der größten Ausdehnung wirklich im lebenden Körper angewandt ist. Es ist das Princip wechselnder Massen, der Stoffwechsel überhaupt, der sich als Auflösung der Frage selbst zudrängt. Welche Hülfsmittel auch einfachere Apparate in sich haben mögen, um sich im Gleichgewicht zu erhalten, entweder dadurch, daß die Störung selbst die widerstehende Gegenwirkung hervorruft, oder daß die einzelnen Theile ihrer Wirkung sich wechselsweis aufheben; bei einem so verwickelten Mechanismus können diese Voraussetzungen nicht hinreichen; überall würde die größte Schwierigkeit diese sein, den Anfang einer regulirenden Bewegung aufzuzeigen, sobald diese erst in dem Augenblicke einer störenden Einwirkung neu eintreten sollte. Eine leichte Quelle der Regulation dagegen bietet die fortwährende spontane Veränderung der wirkenden Massen dar, in deren Bewegung die Bewegungen der Störungen verschwinden. Der Kunstgriff der Natur ist dieser, daß sie die Abwehr künftiger Störungen durch eine continuirlich fortgehende Thätigkeit vorbereitet, und daher nicht genöthigt ist, nach deren wirklichem Eintreten mit einem ganz neuen, oft unmöglichen Anfange der Bewegung heilende Rückwirkungen eintreten zu lassen.

An einem andern Orte habe ich gezeigt, daß jede Störung eines solchen Systems, wenn sie auch anfänglich vielleicht nur in einer Veränderung der räumlichen Verbindungsweise der Theile bestand, zuletzt doch nur durch ein quantitatives Mißverhältniß einzelner Massen und ihrer proportionalen Kräfte schädlich wirken könne; denn jede Art der Zusammenfassung der Theile im Raume würde diesen so wie dem Ganzen gleichgültig sein, gäbe sie nicht manchen Kräften Angriffspunkte, aus denen Wirkungen, die dem Gesetz des Ganzen widerstreiten, hervorgehen. Als das einfachste Mittel, die normalen Verhältnisse wiederherzustellen, erschien mir dort, was ohnehin die Folge jeder solchen Störung ist, daß eine Combination von Elementen, so wie sie aus dem Gesetze des Ganzen herausgetreten ist, auch aus dem Zusammenhange des Ganzen heraustrete, daß also ein Theil der Massen durch eine kritische Abstoßung entfernt werde, damit die zurückgebliebenen wieder in denselben Verhältnissen zu

einander stehen, die ihnen als normale das Gesetz des Ganzen vorschreibt. Das Verfahren der Natur würde hier darin bestehen, nicht Hand anzulegen zur Normalisirung dessen, was durch seine Veränderung dem Plane des Organismus fremd geworden ist, dies vielmehr auszustoßen, und neu sich aus denselben Gesetzen zu ergänzen. Ich leugne nicht, daß eine Herstellung der frühern Harmonie auch durch eine directe Hemmung der Störung geschehen könne, oder dadurch, daß einer bestimmten Veränderung eine bestimmte andere neutralisirende entgegengesetzt wird; allein wenn dies in manchen Fällen zu geschehen scheint, so deckt es doch nur die geringere Anzahl von Fällen, und in den meisten wird die Möglichkeit, daß das Leben so lange besteht, bis jene direct entgegengesetzte Rückwirkung die Störung verdrängt hat, selbst nur unter der Voraussetzung dieses allgemeinsten Begriffs der Krisen begriffen werden können. Sobald der Zusammenhang der Theile unter sich sehr sensibel ist, wird jede Störung in's Ganze reißen, und zur Heilung wird nicht eine der ursprünglichen Einwirkung der Störung entgegengesetzte Wirkung hinreichen, vielmehr jedem einzelnen Theile der entstandenen Verwirrung müßte eine solche Regulation gegenüber gestellt werden. Aber für eine solche zweckmäßige Combination, wie sie hierzu erfordert würde, selbst wenn der Körper sich nur in sehr engen Grenzen selbst erhalten sollte, würden wir auf mechanischem Gebiete einen Anfang der Bewegung schwerlich finden; als den allgemeinen Typus der Regulation müssen wir daher eine Einrichtung betrachten, in welcher die speciellsten Eigenthümlichkeiten der Störungen verschwinden, keine Bedeutung mehr haben, weil sie nicht nach Maßgabe ihres Inhalts jede einzelne durch einen speciellen Kunstgriff normalisirt werden sollen, weil ihnen allen vielmehr der Organismus auf eine und dieselbe Art ausweicht. Daher müssen wir jenen Mechanismus der Krisen, die Ausstoßung einer Combination von Massen für das allgemeine Hülfsmittel der Selbsterhaltung des Leibes halten, und da jeder neue Anfang solcher kritischen Thätigkeiten im Moment der Störung selbst wieder schwer möglich sein würde, so haben wir als wahrscheinlich vorauszusetzen, daß der kritische Proceß continuirlich in Gestalt des Stoffwechsels vor sich gehe, so daß es zur Hemmung einer Störung nicht einer neu hervortretenden Kraft, sondern nur einer Steigerung einer schon vorhandenen Bewegung bedarf, deren Folgen sich in sich selbst aufzehren. Da wir nun erfahrungsmäßig finden, daß der Stoffwechsel im thierischen Körper zur Regulirung der Störungen benutzt wird, so dürfen wir glauben, hierin den Mittelpunkt des organischen Mechanismus zu sehen, um den sich alle übrigen Processe der thierischen Oekonomie anknüpfen lassen.

4. Das Vorige erklärt uns zunächst den Zweck des Stoffwechsels und seine Bedeutung für den thierischen Organismus; es fragt sich nach den Ursachen, die ihn hervorbringen, und nach seiner Bedeutung im Pflanzenreiche. Was den letztern Punkt zuerst betrifft, so müssen wir zugeben, daß überall, wo eine successive Entwicklung einer Gestalt stattfinden soll, Stoffaufnahme nothwendig ist, daß aber auch Stoffausfuhr, mithin Stoffwechsel eintrete, kann nur darin seinen Grund haben, daß die Elemente, die zum Wachsthum dienen, nicht in ihrer hierzu tauglichen Gestalt, sondern in einer erst aufzulösenden Verbindung dargeboten werden, von der nur ein Theil benutzt wird, der andere als Nebenproduct bei dieser Vorbereitung zur Benutzung abfällt. Der Stoffwechsel, dessen Dasein überhaupt für die Physiologie gewöhnlich ein Räthsel geblieben ist, würde bei den Pflanzen fast unbegreiflich sein, wenn er wirklich in etwas Anderm bestände, als in jener Zurückweisung des Untauglichen, so daß hier nicht etwas durch die Function des Organismus Abgenutztes, sondern

etwas Unbenutzbares den Inhalt der Ausfuhr bildete. Die Pflanzen haben, so weit uns bekannt ist, in sich kein immanentes Princip regelloser Störungen; sie bedürfen insofern für sich selbst keines andern Stoffwechsels als dessen, der zum Wachsthum dient. Allein zwei Umstände sind doch zu berücksichtigen. Die Pflanzen haben zuerst ihren Zweck ohnehin nicht so in sich selbst, wie die Thiere; sie erscheinen uns vielmehr wie dienende Glieder, deren Bestimmung eben in der Ausfuhr der durch sie zubereiteten Stoffe in die allgemeine Natur besteht. Was zu ihrem eigenen Dasein unnöthig scheinen kann, wird nöthig um des Zwecks willen, den sie für das Ganze erfüllen sollen. Zweitens ist das Wachsthum nicht eine qualitativ ähnliche Vermehrung des schon Vorhandenen; sondern differente Stoffe und Gestalten bilden sich aus einander; es kann daher kommen, daß den Pflanzen ein Stoffwechsel nöthig ist, nicht um sich in ihrem Zustande zu erhalten, sondern um sich zu ihrer höhern Vollendung durchzuarbeiten. Es können daher nicht nur Theile der elementarischen Nahrungsmittel als unbenutzbar zurückgewiesen werden und so eine scheinbare Ausfuhr bilden, sondern auch, was jetzt bereits zu organischen Zwecken benutzt ist, kann späterhin verändert werden, und wieder ein Product der Ausfuhr, jetzt aber im Sinne eines wirklichen Stoffwechsels, bilden. Die Verhältnisse sind daher verschieden bei Pflanzen und Thieren; sie haben einige Zwecke des Stoffwechsels gemein, den einen oben angeführten hat das Thier allein voraus. Wir finden, daß dies in den Erscheinungen sich geltend macht. Der Stoffwechsel der Thiere ist beträchtlich lebhafter und massenhafter als der der Pflanzen, und während sie, die doch längere Zeit auf ziemlich gleicher Stufe der Ausbildung verharren, ohne einem so periodischen Wechsel der Erscheinungen, wie die Pflanzen, unterworfen zu sein, ihn zur Abwehr und Ausgleichung principloser Störungen benutzen, finden wir bei den Pflanzen nichts der Art, was uns an eine Krise durch Stoffumtausch erinnern könnte. Ihre Krankheiten bestehen vielmehr fast sämmtlich in Desorganisationen, die sich gleichgültig der Continuität oder dem Saftlauf folgend verbreiten, ohne daß aus dem Innern heraus ihnen eine bestimmte Rückwirkung entgegenträte.

5. Wodurch wird nun physikalisch der Stoffwechsel hervorgebracht, und wie werden die chemischen Verwandtschaften für die Zwecke des Lebens regulirt? Wir wissen, daß auf diese Fragen besonders die Lebenskraft zur Antwort gegeben wird, welche den besondern chemischen Zustand der Theile während des Lebens gegen die Fäulniß erhalte, auch haben wir (III, 1) die möglichen Hypothesen angeführt, die man zur Erklärung dieser Wirkung machen könnte, wenn sie nämlich überhaupt ein beobachtetes Factum wäre. Dies ist jedoch nicht der Fall. Allerdings sind die Erscheinungen der Fäulniß nach dem Tode dem äußern Aussehn nach ganz anders, als die des Stoffwechsels im Leben, allein nichts nöthigt uns, in beiden Erscheinungen verschiedene Grundkräfte, verschiedene Gesetze, ja auch nur beträchtlich verschiedene chemische Processe anzunehmen. So lange es möglich ist, durch die überall geltenden Gesetze der Natur eine Erscheinung zu erklären, so lange ist es methodisch verboten, zu neuen, transscendenten Gesetzen seine Zuflucht zu nehmen; die Erklärung ist hier möglich, sobald man die Verschiedenheit der bedingenden Umstände in Rechnung zieht, die während des Lebens und nach dem Tode auf den Chemismus der Körpertheile einwirken. So wie der Gang des Menschen ein fortwährendes Fallen ist, das bei jedem Schritte eine neue Hemmung erfährt, so ist der Stoffwechsel während des Lebens eine continuirliche Fäulniß, die fortwährend am Weitergreifen gehemmt wird, so daß sie nie die nämlichen Er-

scheinungen, wie nach dem Tode hervorbringt, obgleich sie sonst vollkommen denselben chemischen Gesetzen folgt. Keine Lebenskraft hindert durch einen unbegreiflichen Einfluß die Massen des Körpers, sich ihrem Streben nach binären Verbindungen zu überlassen; diese kommen vielmehr größtentheils zu Stande, aber der überall passend angeordnete Mechanismus der Secretionen, also die Gewalt der gegebenen Umstände, entfernt sie, so wie sie entstehen, aus dem Organismus, und läßt sie nie so gleichgültig sich anhäufen und in alle secundären Wirkungen übergehen, wie es nach dem Wegfall aller dieser regulirenden Functionen nach dem Tode geschehen muß. So wie die äußere mechanische Einrichtung des Sternensystems einen gesetzmäßigen Wechsel der Wärmevertheilung auf unserm Planeten hervorbringt, wie das periodische Erwachen der Vegetation und ihr Vergehen im Winter nicht von einem zaubernden Traume abhängt, sondern von diesem einfachen mechanischen Momente, so ist im lebendigen Leibe das Nervensystem einem innerlichen Sternensysteme zu vergleichen, indem es durch seine mechanischen Wirkungen die chemischen Veränderungen nach einem bestimmten Plane lenkt. So sind die motorischen Nerven die Erreger der Circulation, welche die ganze Masse sich zersetzender Producte fortwährend auf den Markt der Absonderungsorgane bringt; so zwingen die Athembewegungen die Kohlensäure des Bluts durch die dünne Membran hindurch zu entweichen, weil der Sauerstoff mit überwiegender Verwandtschaft sich mit dem Blute zu vereinigen strebt; so erwecken endlich die bewußt und unbewußt sensiblen Nerven regelmäßige Zusammenziehungen einzelner Muskeln, wenn die angehäufte Menge der Ausfuhrproducte ihr peripherisches Ende reizt. Nichts darf hinwegfallen, als dieses immer noch mechanisch wirkende Princip der Nerven, und die Circulation wird stehen, ein Chaos der Infiltration mit faulenden Substanzen wird nach und nach eintreten, und die Producte, die sonst auf verschiedenen Wegen gesondert verschiedenen Ausgangspforten zugeführt wurden, werden in eine Colluvies zusammenrinnen und das Bild der Fäulniß geben. So wirken jetzt dieselben chemischen Gewalten, aber abgelös't von dem Naturtriebe, der in der bestimmten Combination physikalischer Processe begründet war. Nun aber begehre man nicht, etwa in dem Nervensystem alle jene transscendenten Kräfte wiederzufinden, die wir unter der Gestalt der Lebenskraft nicht gelten ließen. Soll das Nervenprincip einen directen Einfluß auf die Mischung haben, was wir theoretisch nicht unmöglich und um einiger pathologischer Erscheinungen willen vielleicht wahrscheinlich finden können, so kann dies doch nur so geschehen, daß es selbst als ein chemisches Element wirkt, in demselben Sinne, wie ein berühmter Chemiker Wärme und Elektricität in die Zusammensetzungsformeln chemischer Körper mit aufzunehmen versuchte.[1]) Ein solcher Einfluß der Nerven kann die Ursache sein, daß wir die Producte der Secretion nicht bis in's Einzelnste mit denen der Fäulniß vergleichen können, obwohl sie nahe genug zusammentreffen. Jene innerlichen Bewegungen, welche die Zersetzung im Leben reguliren, lassen nicht alle Verwandtschaften so gleichgültig agiren, wie nach dem Tode; sie führen einzelne Stoffe zusammen und schicken andere getrennt auf anderen Wegen fort; daher können nicht alle Producte des Lebendigen denen des Todten völlig gleichen. Die Producte der Fäulniß sind hauptsächlich Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Kohlenwasserstoff; von ihnen sind die beiden ersten auch Zersetzungsproducte während des Lebens; Ammoniak kommt zwar nur sporadisch vor, allein im Harnstoff finden wir einen Körper, in welchem offenbar die Elemente zu dieser Zusammensetzung hinneigen, und oft sogar in sie übergehen; eine Menge koh-

---

[1]) Vgl. meine Pathol. u. Therap. §. 40. §. 44.

lenwasserstoffhaltiger Substanzen befinden sich gemischt mit stickstoffhaltigen in den Bestandtheilen der Galle. Endlich finden wir, daß die einzelnen Theile in derselben Stufenfolge faulen, in welcher sie lebhafteren Stoffwechsel zeigen. Wie schnelle Fäulniß, wie fortwährende Ausfuhr im Leben zeigt das Blut, wie lange dauern die Knochen, das sämmtliche Horngewebe im Leben so wie im Tode ohne beträchtliche Ernährung und ohne Zersetzung! Alle diese Betrachtungen bringen uns zu dem Schlusse, daß kein Grund vorliegt, eine geheimnißvolle, die gewöhnlichen Gesetze der Chemie überschreitende Zusammenhaltung der ternären Elemente des Körpers durch den Einfluß irgend einer Lebenskraft anzunehmen, daß diese Elemente vielmehr während des Lebens völlig den nämlichen chemischen Wirkungen unterworfen sind, wie nach dem Tode, und daß sie denselben so weit nachgeben, als es die Umstände, die scheidende Kraft der Membranen, die fortwährende Ventilation des Athmens, die Circulation und die austreibende Bewegung gereizter Muskeln ihnen gestatten.

6. Das Leben, ein inneres Princip regelloser Unruhe in sich bergend, verlangte eine äußerst impressionable Materie, verlangte ferner einen leicht eingelenkten und fortwährend schlagfertigen Mechanismus der Krisen zur Herstellung des Gleichgewichts; beides ist erreicht dadurch, daß ein Naturgesetz nicht aufgehoben und umgangen, sondern benutzt wurde. Die leichte Zersetzbarkeit veränderlicher Substanzen giebt dem Leben sowohl die Möglichkeit seiner Functionen als seines Bestehens. Diesen Stoffwechsel nun haben wir bis jetzt aus den Bedürfnissen des gesunden Lebens entwickelt, und so muß man ihn kennen, um seine Bedeutung in Krankheiten zu beurtheilen. Nur für diejenigen äußeren Störungen, die selbst mit zu den Zwecken des Lebens gehören, ist diesem von Natur ein Mechanismus der Abwehr mitgegeben. Zwar ist dessen Tauglichkeit so groß, daß er auch größere Abweichungen oft zu reguliren vermag, aber ebenso oft wird er ihnen unterliegen. Um diese Verhältnisse der physiologischen Thätigkeit zu den pathologischen Erscheinungen festzustellen, schicken wir noch folgende Bemerkungen voran. Der Stoffwechsel giebt zwar die Möglichkeit einer Ausgleichung an die Hand, allein wenn irgend eine Störung geschehen ist, so kann doch die Regulation nicht anders als so erfolgen, daß sie selbst durch mechanische Processe provocirt oder ausgelös't wird. Wir dürfen hier nicht wieder das Unmögliche verlangen, daß die Lebenskraft als ein höherer Zuschauer den Zustand des Systems gewahr werde, und nun nicht nur das Zweckmäßige wähle, sondern auch vollziehe; die Rückwirkung muß vielmehr selbst durch die Folgen der Störung hervorgehoben werden und mit einer mechanischen Federkraft hervorspringen. Diese mechanische Sollicitation zur Auslösung der regulatorischen Thätigkeiten zu geben ist das Nervensystem in seinen beiden Verzweigungen, den centripetalen und centrifugalen Fasern bestimmt. Nur wo ein so zusammengehöriges System von Massen die einzelnen Theile des größern körperlichen Systems in eine Einheit der Beziehung verbindet, wo in den Nerven selbst eine Bewegung vorhanden ist, deren leiseste an einem Punkte erregte Veränderungen sich ungehemmt fortpflanzen in einer vorgeschriebenen Bahn, und wieder zurückgelangend an die dienenden Massen diesen einen Impuls zu vermehrter oder veränderter Thätigkeit geben, nur da kann eine gesetzmäßige Regulation äußerer Störungen eintreten. Daher fehlen alle Formen heilender Reaction den Pflanzen; darum kommen sie auch bei Thieren nur soweit vor, als die erwähnten Umstände realisirt sind. Nicht alle Theile des Körpers stehen unter einander in einem so sensiblen Gleichgewicht, daß etwa nach dem Ausdrucke phantastischer Bewunderer der Harmonie im Organismus kein Theil im

geringsten erkranken könne, ohne alle übrigen in Mitleidenschaft zu ziehen; vielmehr ist das Verhältniß zwischen sehr vielen von sehr lockerer Art, und es liegt hierin eine Weisheit der Einrichtung, die eben jene durchdringende Verbreitung jeder geringen Störung hemmen sollte, indem sie nie mehr Zusammenhang der Wechselwirkung zwischen den Theilen eintreten ließ, als zur Erhaltung der Zwecke des Lebens nothwendig war. Auch nicht gegen jede Art der Störung ist der Organismus gleich reizbar. Der Körper sollte beweglich sein; so durften Ortsveränderungen, Störungen der Zusammenfassung der Theile im Raume nicht zu den Momenten gehören, die eine Rückwirkung veranlassen; dies macht sich in Krankheiten geltend, da wir in ihnen nie eine Heilbestrebung bei Dislocationen von Theilen sehen, selbst solchen, die dem Zwecke des Ganzen höchst zuwider sind. Das Princip zu solchen Reactionen war im Mechanismus des Körpers nicht aufgenommen, weil es dem gesunden Zustande zuwider war; wir sehen, daß es in Krankheiten nicht supplementär entsteht, sondern der Körper unterliegt dem Schicksal, das ihm seine einmal gegebenen Dispositionen bereiten. Auch die Gestalt einzelner Theile sollte dem Zwecke des Lebens nach vielfach variabel sein, wenn auch in immer engen Grenzen. In Krankheiten tritt die Unbequemlichkeit dieses Princips hervor; äußerst beschränkt ist wenigstens in höheren Thieren die Regeneration; Formumbildungen, Luxuriationen aller Art, wie häufig treten sie auf äußere Reize ein, und wie wenig zeigt sich eine normalisirende Reaction! Auch dies ohne Zweifel, weil Gestaltänderungen dem Princip der Gesundheit nach keine Rückwirkung auslösen, es sei denn, daß sie secundäre Effecte hervorbringen, mit denen eine solche verknüpft ist. Rechnen wir endlich noch hierzu die Summation vieler kleinen Störungen, von denen jede einzelne zu schwach ist, um wirklich eine Reaction zu erregen, alle zusammen aber stark genug, um nach und nach die Structur und die Function eines Theils gründlich zu zerstören, so haben wir nun beispielsweis drei Fälle, wo Veränderungen des Körpers zu Störungen werden, ohne eine heilkräftige Rückwirkung hervorzubringen, weil dem Princip des gesunden Zustandes nach eine solche mit ihnen nicht verknüpft war. Diese Beispiele, denen sich in der Pathologie noch manche anfügen lassen, zeigen uns, daß in Krankheiten wenigstens nicht überall eine zweckmäßig wirkende Heilkraft auftritt, sondern daß sie in den Fällen fehlt, wo sie nicht schon im gesunden Zustande vorgebildet war. Andererseits läßt sich zeigen, daß die wirkliche Heilkraft nur mit den Mitteln des gesunden Zustandes wirkt, daß aber auch diese oft mißbraucht werden. Drei solche Mittel können wir anführen, die ernährende Absonderung, die Ausscheidung, die Muskelbewegung. Zweckmäßig und unzweckmäßig wird die erste häufig nach den Umständen verwendet. In Wunden tritt zur Heilung das gerinnbare Blut aus und sein Faserstoff bildet die verbindende Narbensubstanz; ungeeignet geschehen massenhafte Exsudate in vielen Entzündungskrankheiten, nichts zu bessern vermögend, sondern nur verderblich. Wird eine größere Arterie plötzlich obliterirt, so bringt in einigen glücklichen Fällen der Druck des Bluts ein schönes Heilresultat hervor; er dehnt die Gefäße der Wandungen zu einem Netze aus, das sich fortsetzt in die ergossene Plasmaschicht, und hier- und dahin regellos sich verzweigend sich endlich auch unterhalb der Obliteration wieder in das Lumen des Stammes einmündet. Aber blind und zwecklos entstehen die Gefäße in den Pseudomembranen, deren Ernährung nicht im Zweck des Ganzen liegt, verderblich breiten sie sich in den Geschwülsten luxuriirend aus und bringen deren abnorme Massen in eine unheilvolle Bewegung. Betrachten wir die anderen beiden Mittel,

so finden wir das nämliche Resultat. Nur der Stoffwechsel und die Aussonderungen können in der That eine Heilung herbeiführen, denn sie sind die Processe, die dem gesunden Körper zur Integration gegeben sind. Die Muskelbewegung hat in sich selbst keine Hülfsquelle, um eine Störung des Körpers gründlich zu beseitigen, nur dadurch wirkt sie vielleicht günstig, daß durch sie sich momentan eine Erregung des Nervensystems erschöpft. Aber aus zwei Gründen wird gerade sie im gesunden Zustande durch vielfältige Reize ausgelös't. Sie soll den Stoffwechsel einleiten, die Ausfuhr beendigen; sie soll ferner zur Abwehr feindseliger Eingriffe von außen dienen, und den Bedürfnissen der Seele gehorchen, oft ehe diese dieselben noch ausspricht. Zu diesem Zwecke nun giebt es in willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln den Mechanismus der Reflexbewegungen, vermöge dessen die Zuleitung der Eindrücke unmittelbar mit der Ausführung oder wenigstens der Tendenz zu Bewegungen verbunden ist. Auch dieses Princip des gesunden Zustandes sehen wir im kranken bald zweckmäßig, bald unzweckmäßig vorherrschen. Unleugbar werden viele salutäre Effecte durch Husten, Niesen, Erbrechen u. s. f. hervorgebracht; allein zum Schaden des ganzen Organismus breitet sich dieses Princip des Zusammenhangs zu der Krankheitsform der Krämpfe aus. Auf einem Wege, den ihnen die Verbindungsweise der Theile nur zu wohl vorgeschrieben hat, erstrecken sich die Störungen der Organe durch die Zuleitung sensibler Nerven auf die motorischen, und bringen jenen Sturm von Convulsionen hervor, der zwar zweckmäßig gegen einen äußern Feind gerichtet werden könnte, aber einen innern zu besiegen nicht vermag. Während auf diesem Wege das Leben sich in fruchtlosen Reactionen erschöpft, zeigt es sich wahrhaft als Naturheilkraft, wenn es im Fieber den einzigen Weg betritt, den ihm seine gegebenen Verhältnisse vorschreiben, wenn es die Circulation und die zugehörigen Verrichtungen des Stoffwechsels zu seinen Mitteln macht. Hier ist es möglich, eine fortschreitende Heilwirkung zu entfalten, und jene Krise in größerm Maßstabe zu vollführen, die wir als Bedingung des Gleichgewichts in der Gesundheit kennen lernten. Jeder Theil ist von Natur mit den kritischen Processen versehen, die ihm bei seinen gewöhnlichen Anregungen von außen zukommen; so lange diese Processe im Stande sind, mit der nämlichen Geschwindigkeit die Krise sowohl als die Integration zu bewirken, mit welcher die Störungen sie verlangen, so lange wird Gesundheit bestehen. Nie würde es zur Krankheit kommen, wenn die Ausstoßung jenes Products der Krise sich von sich selbst machte; allein die Zähigkeit des physikalischen Zusammenhangs der Massen setzt der regulirenden Thätigkeit allen Widerstand entgegen, den sie zu leisten fähig ist. In der Gesundheit wird dieser Widerstand durch die spontane Zersetzung der organischen Materie aufgehoben, deren Schnelligkeit überall so groß ist, daß sie den kritischen Ansprüchen genügt, die von jedem Organ an sie gemacht worden. Sie ist daher am größten in denen, die den meisten Reizen, den meisten Störungen unterliegen und folglich am häufigsten die Ausstoßung eines Krankheitsproducts verlangen. Allein die Reize und Störungen können den Stoffwechsel überflügeln und eine Krise verlangen, die durch besondere Anstrengung lebendiger Kräfte allmälig vorbereitet werden muß. Dies ist die Ursache, daß es einen Verlauf, eine Dauer der Krankheiten selbst in dem günstigen Falle giebt, wenn die Rückwirkung den einzig passenden Weg des Stoffwechsels einschlägt. Ganz von selbst ergiebt sich hieraus der typische Verlauf der Fieber und die Rechtfertigung jener altherangenommenen drei Stadien der Rohheit, der Kochung und der Entscheidung. Ueber

die Art, wie nun die Krise selbst sich zeigt, was als solche anzusehen ist und sympathische und metastatische Symptome das äußere Bild der Krankheit ververvollständigen, muß ich hier, auf meine pathologische Arbeit mich beziehend, hinweggehen, um die Consequenzen des hier Bemerkten noch in deutlichen Worten hinzuzufügen.

7. Alle die nämlichen Fehler, die in Bezug auf die Lebenskraft gemacht worden sind, sind in neuester Zeit auch in Rücksicht auf Krankheit und Naturheilkraft begangen worden. Beiden hat man ebenfalls eine selbstständige und doch auf nichts beruhende Realität zugeschrieben, anstatt sie für das anzuerkennen, was sie sind, zusammengesetzte Folgen äußerer Einflüsse und innerer mechanischer Bedingungen. Krankheit unterscheidet sich von den Veränderungen des Körpers im gesunden Zustande durch gar kein Princip ihres Wesens, sie ist physikalisch genommen genau ein ebenso gleichgültiges Beispiel allgemeiner Gesetze, wie das Leben und die Gesundheit. Aber ihre Folgen, indem sie die harmonische Erscheinung einer Naturidee gefährden, indem sie etwas anders sind, als nach den organischen Gesetzen sein soll, geben ihr für unsere Betrachtung einen entgegengesetzten Werth, während das Wesen ihres Zustandekommens das nämliche ist. Krankheit und Gesundheit sind Gegensätze für eine ideelle, speculative Theorie, für die physikalische sind sie Verschiedenheiten des Ablaufs von Erscheinungen, hervorgebracht durch die Verschiedenheit der obwaltenden Bedingungen. Niemals wird man überdies eine völlig scharfe Grenze zwischen beiden ziehen können, weil alle Verschiedenheiten physikalischer Processe durch unendlich viele Mittelglieder stetig in einander übergehen können. Aus diesem Umstande sind die Lehren von der Breite der Gesundheit und von der Gewöhnung entstanden, über die ich anderwärts gehandelt habe. Was die Naturheilkraft betrifft, so muß man sie vor allen Dingen im gesunden Körper studiren und sehen, wie sie das Resultat der gegebenen Verhältnisse ist. Niemals tritt sie in Krankheiten als eine neue, sich selbstständig und mit zweckmäßiger Auswahl den Umständen accommodirende, und eben dadurch dieselbe beherrschende Kraft hervor, sondern die einmal vorhandenen Bedingungen wirken in jedem Falle zum Guten sowohl als zum Bösen genau so viel, als sie können und mechanisch müssen. Dies hebt die Wahrheit nicht auf, daß dennoch in vielen Fällen sich eine außerordentliche Tugend des Organismus im Kampfe gegen die Krankheit bewährt; nur dies behaupten wir, daß anstatt einer auf natürlichem Gebiete und durch natürliche Kräfte unmöglichen willkürlichen Ueberlegung und Abschätzung der nothwendigen Vertheidigung die Natur dem Körper als Mitgift eine außerordentliche Anzahl glücklicher Umstände zuertheilt habe, durch welche sie das Problem gelös't, daß nun die äußeren Störungen sich selbst an den Rückwirkungen brechen müssen, welche sie mechanisch hervorrufen. Mir wenigstens scheint es noch immer, als gebührte dieser Kunst der größere Ruhm, indem es mehr bedeutet, so schöne Ergebnisse durch einfache Combinationen allgemeiner Gesetze zu erzielen, als sie durch die Willkür einer gesetzlos schaltenden Heilkraft zu erzwingen. Möchte es doch endlich geglaubt werden, daß die Weisheit Gottes keiner Untergötter bedarf, um das Getriebe seiner Welt nothdürftig in Ordnung zu erhalten; daß vielmehr aus den eigenen Mitteln des Mechanismus Alles folgt, was ihm verwirklichen zu dürfen einmal vergönnt ist. Daß ihm nicht Alles vergönnt sei, zeigen uns die Erscheinungen; auch hier ist keine Ausnahme von dem Gesetze der Verwirklichung der Zwecke gemacht; auch hier, wenn ein=

mal ein zweckmäßiger Mechanismus vorhanden ist, steht es jeder mechanischen Ursache, die ihn erreichen kann, frei, ihn in Bewegung zu setzen, selbst in dem Falle, daß unter den gegebenen Umständen seine Thätigkeit ganz zwecklos wäre. So haben wir es oben an den Krämpfen gesehen, und zahlreiche Beispiele nutzloser und schädlicher Sympathien und Metastasen würden sich hier zum Beweise noch anreihen lassen, daß zweckmäßige Benutzung und Mißbrauch der gesunden Zusammenhänge wechselnd nach der Natur der Umstände im Verlaufe der Krankheiten auftreten. Hierdurch zum Theil erfüllt sich das Schicksal des Individuum, vergänglich an der Gattung vorüberzugehen; durch ähnliche zweckwidrige Wirkungen, die im Verlaufe des Lebens nach und nach sich anhäufen, muß auch das allgemeine Gesetz dieser Vergänglichkeit realisirt werden. Die Sterblichkeit der Thiere ist noch immer ein dunkler Punkt der Physiologie. Ihre teleologische oder ihre ideelle Bedeutung ist klar genug, aber der Mechanismus ihres Zustandekommens um so unklarer. Man muß hier vor allen Dingen sich gegen jede Erklärung stemmen, die nicht aus der Erfahrung hervorgeht. A priori läßt sich hier nur die allgemeinste aber auch völlig unbefriedigende Form der Veranstaltungen zeigen, die hier stattfinden müssen, eben jenes Anwachsen eines Widerstandes, der aus dem Ablauf des Lebens selbst hervorgeht. Welches ist dieser Widerstand? Eine fortschreitende Oxydation, eine Vertrocknung, oder Vererdung oder irgend eine andere chemische Umänderung der Massen? Möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß die Ursache in diesem Gebiete liegt, aber nur eine wirkliche Erfahrung kann sie sowohl, als die Art uns zeigen, wie sie selbst entsteht und die Lebensäußerungen allmälig unterdrückt. Betrachtungen, wie die von Treviranus in der Biologie, oder die von Sniadecki, denen Joh. Müller wohl zu viel Ehre angethan, leisten hier nichts; sie gehen einerseits durch viel zu detaillirte und unbegründete Hypothesen über jenen allgemeinen obenerwähnten Begriff hinaus, der für sich fest steht, und kommen doch anderseits nicht dazu, ihn durch thatsächliche Principien zu ergänzen.

Wie sehr wir aber auch in Bezug auf das Ende des Lebens eine Kenntniß des ursächlichen Zusammenhangs vermissen, so schließt sich doch hier die gesammte Ansicht vom Leben zu einer Einheit zusammen, die auf einem höhern Gebiete eine weite Aussicht zu erhebenden Untersuchungen eröffnet, und uns den einfachen und großartigen Zusammenhang der Natur zeigt, der nicht durch zerstreute, hier und da plötzlich auftretende und unvermittelte Zauberschläge hervorgebracht wird, sondern selbst den höhern Zauber in sich besitzt, das Ergebniß der Treue zu sein, mit welcher die Natur an einmal bestehenden ewigen Gesetzen hängt. Wir haben gesehen, wie alle Erscheinungen des geistigen Lebens, der höchste Zweck, der in der körperlichen, irdischen Welt überhaupt zu erreichen war, nur durch rastloses Spiel der Bewegung äußerst veränderlicher Massen möglich war. Aber mit dieser Veränderlichkeit war das Schicksal der Störung und Vergänglichkeit nothwendig verbunden; die Natur des Mittels, welches dem Zwecke dienen sollte, kehrte sich gegen diesen selbst und überlieferte den Organismus den zahllosen Verletzungen, denen das Unlebendige größtentheils entnommen ist. Und so wie Göthe den Gott den klagenden Blumen antworten läßt: schuf ich doch nur das Vergängliche schön; so geht hier die begeisterte Lobpreisung der vollendeten Harmonie des Organismus in der Klage über seine Gebrechlichkeit unter, die zuletzt sich eingestehen muß, daß doch nur das Vergängliche lebend ist. Erheben wir aber unsern Blick über das Ganze des Lebens zu

dem Gedanken einer seine Erscheinungen alle durchdringenden Zweckmäßigkeit, so sehen wir, daß dieses scheinbar regelwidrige, rebellische und unbezwungene Princip, die Natur der physikalischen Mittel, dennoch in die organische Idee des Ganzen mit aufgenommen ist. Was uns früher nur als ein von der Verwirklichung des höchsten Zweckes, des geistigen Lebens, unabtrennbares, nothwendiges Uebel erschien, die Vergänglichkeit und Verletzbarkeit der Stoffe des Leibes, die widrigen Nebenwirkungen, durch die der lebende Körper sich selbst verzehrt, dies Alles zeigt sich jetzt als ein vorbestimmtes Mittel, dem irdischen Leben seine Grenzen zu setzen und die höheren Lebensstufen des Geistes zu verwirklichen. Wie viele lohnende Untersuchungen liegen hier vor uns, über den Rhythmus, in welchem die allgemeine Natur durch ihre scheinbar regellosen Einflüsse das organische Leben beherrscht und in unmerklicher Weise es seinen höheren Bestimmungen entgegenführt. Möge die naturhistorische Schule diesen ihren eigenthümlichen, den ihren Principien zukommenden Gegenstand der Forschung festhalten und weiter entwickeln. Möge sie uns zeigen, welches das eigentliche Wesen der Krankheit ist, in wiefern sie nicht bloß als mechanisches Factum, sondern selbst als eine teleologisch vorherbestimmte Macht der allgemeinen Natur über das individuelle Leben des Organischen in den Zusammenhang aller Erscheinungen der Welt eintritt.

Manches über die einzelnen Vorgänge im thierischen Körper, so wie über seine Stellung zu dem Aeußern, ließe sich hier noch hinzufügen, allein es schien mir nicht in dem Sinne meiner Aufgabe zu liegen, hier einen naturgeschichtlichen, eigentlich zoologischen Standpunkt festzuhalten. Ich wollte nur die Hauptpunkte der theoretischen Schwierigkeiten erörtern und zeigen, wie die thierische Oekonomie in Zusammenhang mit physikalischen Gesetzen gebracht werden könne. Ueber Empfindung, Ernährung und Bewegung, überhaupt über alle Theile der speciellen Physiologie mußte ich die näheren Erörterungen den eigenthümlichen Darstellungen dieser Vorgänge überlassen, die im Plane dieses Wörterbuchs liegen. Nur eine Bemerkung bleibt mir noch in Bezug auf die Stellung der entwickelten Ideen zu der Bearbeitung der Physiologie selbst in empirischem und speculativem Sinne übrig. Daß es nicht gelingen wird, jemals die Physiologie zu einer exacten Wissenschaft zu machen, liegt am Tage; aber dies darf nicht hindern, wenigstens als regulative Principien bei ihrer Bearbeitung die Regeln der allgemeinen Naturwissenschaft zu befolgen. Wie nahe oder wie fern das Resultat von seinem Ziele bleiben mag, ist ein für die Bestrebungen selbst sehr gleichgültiger Umstand; in der Wissenschaft wenigstens ist man ja noch nicht gewohnt, um der Schwierigkeit eines Unternehmens willen die Principien fallen zu lassen, deren Wahrheit man doch sonst anzuerkennen nicht umhin kann. Eine ganz untergeordnete Stellung dagegen muß ich den von mir entwickelten Gedanken der Forderung einer philosophischen Physiologie gegenüber anweisen, welche letztere mir ebensowohl, nur in einer sehr abweichenden Ausführung, für die wahre Vollendung der Wissenschaft gelten muß, als sie von Allen denen dafür angesehen wird, die mit mehr oder minder Glück bisher in der Natur die Spuren einer vernünftigen, sich entwickelnden Idee verfolgt haben. Die Empirie unserer Tage hemmt den Fortschritt in doppelter Weise; sie ist bei

weitem nicht exact genug, um eine wahre Naturwissenschaft in mechanischem Sinne zu begründen; sie ist aber auch größtentheils um dieses Mangels willen anderseits nicht exact genug, um die Basis einer wahrhaft naturphilosophischen Physiologie zu bilden. Namentlich in den früheren Versuchen dieser Art laufen halbe mechanische Betrachtungsweisen, mangelhafte Beobachtung und schlechte, teleologische Ideen durcheinander und haben so leider mit Recht den Abscheu hervorgebracht, den man jetzt gegen jede philosophische Darstellung hegt. Einen neuen Versuch der Art zu machen, schien mir an diesem Orte weder Pflicht, noch gestattet. Ich erwähne dies nur deßwegen ausdrücklich, damit man nicht glaube, daß ich in allen mechanischen Ansichten über das Leben etwas mehr erblicke, als den einen Theil der zu einer vollendeten Biologie nothwendig geforderten Grundlagen.

H. Lotze.

Absonderung.

Mit dem Namen der **Absonderung** (secretio) belegt man denjenigen Proceß der organischen Oekonomie, durch welchen durch organische Häute exosmotisch durchschwitzende Producte zu eigenthümlichen und charakteristischen Stoffverbindungen und Stoffmischungen umgeändert und zu besonderen Producten combinirt werden. Die hieraus resultirenden specifischen Mischungen heißen Absonderungsproducte, Absonderungen, Secretionen, oder, da sie meist mehr oder minder flüssig bleiben, Absonderungsflüssigkeiten. Da nur flüssige Stoffe, seien es tropfbar oder elastisch flüssige, mittelst endosmotischer und exosmotischer Strömungen organische Häute durchdringen können, so muß sich die Absonderungsmasse, indem sie hindurchtritt, in einem flüssigen Zustande befinden. Ob sie später so bleibt, oder, wie dieses häufig der Fall ist, bald in einer dichtern Consistenz, welche sich zur Durchströmung durch thierische Häute minder eignen würde, erscheint, ist ein secundärer, für den allgemeinen Charakter des Secretionsprocesses gleichgültiger Umstand. Der flüssige durchschwitzende Stoff geht in der Regel, wo nicht immer von einer andern Flüssigkeit, die man mit dem Namen der Absonderungsflüssigkeit, des Secretionsmenstruum oder der Mutterflüssigkeit bezeichnet, aus.

Von dem einfachen Niederschlage (praecipitatio) aus organischen Flüssigkeiten unterscheidet sich die Absonderung dadurch, daß ihre Masse nicht fest ist, sondern daß sie als Fluidum, sobald es sich von der Mutterflüssigkeit getrennt hat, durch organische Häute hindurchgeht. Minder scharf dagegen sind nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen die Differenzen zwischen Durchschwitzung (transsudatio) und Absonderung (secretio) aufzufassen, wenn wir nicht der logischen Consequenz die Thatsachen zum Opfer bringen wollen. Bei beiden Processen dringen flüssige Producte aus gewissen Mutterflüssigkeiten durch organische Membranen. Bei den Durchschwitzungen finden wir in der Regel die Elemente der durchschwitzenden Flüssigkeit schon in der Mutterflüssigkeit vorgebildet; wir haben es dann meist nur mit Educten zu thun. Bei den Absonderungen ist dieses nicht mit allen Stoffen des Secretionsproductes der Fall. Die durchgeschwitzte Masse enthält wahrscheinlich und vorzugsweise diejenigen Stoffe, welche sich in der Mutterflüssigkeit besonders reichlich vorfinden, deren chemische Trennung nicht nur keinen Schwierigkeiten unterliegt, sondern durch die Verhältnisse begünstigt wird, und deren Durchtritt nach physikalischen Momenten leicht erfolgt. Bei der Absonderung findet gleichsam eine determinirte Auswahl aus der Mutterflüssigkeit Statt. Dieses gilt selbst für diejenigen Elemente der Secretion, welche schon in dem Mutterfluidum vorgebildet sind. Die Absonderung ist ein mehr regulirter, planmäßiger, organischer Proceß. Die Durchschwitzung bildet eine

einfachere, physikalisch-chemische Nothwendigkeit, deren fernere Veränderungen von den Theilen und Verhältnissen, auf welche das Product nach dem Durchtritte durch die thierische Haut stößt, abhängen. Bei dem Dunkel aber, welches zur Zeit auf dem innern Wesen der Absonderungsprocesse ruht, ist es gegenwärtig noch nicht möglich, irgend besondere stringente Charaktere der Absonderungen festzustellen und immer bestimmt zu sagen, wo die Durchschwitzung aufhört und die Absonderung anfängt. Die letztere setzt beständig die erstere voraus, ist aber ein fernerer Schritt, eine höhere Stufe der Thätigkeit der Organismen.

Sind es bloße Gasarten, welche der Durchschwitzung anheimfallen, so nennt man den Proceß eine Aushauchung oder auch Ausdünstung (exhalatio s. exspiratio s. perspiratio). Sind es tropfbar flüssige oder halbflüssige Körper oder Lösungen oder Mischungen, so heißt es Ausschwitzung (exsudatio). Da wir bis jetzt nicht wissen, ob die in und an gewissen Absonderungsorganen, z. B. den Lungen, der Haut u. dgl., erscheinenden gas- oder dampfförmigen Producte durch etwas mehr, als durch bloße Aushauchung frei werden, so ist eine analoge Unterscheidung bei den Absonderungen minder gefordert. Viele jedoch gebrauchen den Ausdruck Ausdünstung (transspiratio) für den Bildungsproceß derjenigen gasförmigen Producte, welche an Drüsen, wie den Lungen, oder an drüsenreichen Organen, wie der Haut, zum Vorschein kommen.

Nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen ist es noch nicht möglich, eine specielle Parallele zwischen der Absonderung im Pflanzenreiche und der im Thierreiche zu ziehen. Die sogenannten Drüsen der Gewächse sind nach ganz verschiedenen, nicht nur nicht analogen, sondern meist entgegengesetzten Typen, wie die absondernden animalischen Drüsen gebaut. Bei den Gewächsen sind die Mutterflüssigkeiten der Absonderung sehr verschieden, z. B. Zellensaft, Fluidum der Saftgefäße und Saftbehälter, die von den Wurzeln, den Blättern u. dgl. aufgenommenen Flüssigkeiten, die umgebende Atmosphäre, das umgebende Wasser u. dgl., während sich der Absonderungsproceß im Ganzen mehr auf einfache Durchschwitzungsprocesse zu reduciren scheint. Bei dem Menschen und den Thieren bildet nach den gegenwärtigen Vorstellungen das Blut das entfernte centrale Muttermenstruum aller Absonderungen. Daß andere Fluida, wie Chylus, Lymphe u. dgl., diese Rolle übernehmen können, ist durch keine Thatsache erhärtet, ja sogar indirect als sehr unwahrscheinlich darzulegen.

Während wir nun in Betreff der Secretionen der Vegetabilien auf die Artikel Pflanzenchemie und Pflanzenphysiologie verweisen, wird es hier unsere Aufgabe, die Absonderungsprocesse des thierischen Organismus im Allgemeinen zu erläutern.

Zu jeder thierischen Secretion, die eben keine einfache Durchschwitzung ist, gehören drei Requisite:

1) Ein Blutgefäßnetz, in welchem eine größere oder geringere Blutmasse fortgetrieben wird.
2) Ein Gewebe, welches durch die Ausschwitzungsstoffe des Blutes und die Ernährungsflüssigkeit durchdrungen wird, und welches eben aus diesen Fluidis das Secret darstellt.
3) Eine relativ freie, dem Blutgefäßnetze entgegengesetzt gelagerte Oberfläche, auf welcher das Secretionsproduct erscheint.

Im Allgemeinen ist es nicht die specifische Beschaffenheit des in einem absondernden Organe kreisenden Blutes, welches allein das Bestimmungs-

glied für die specifische Beschaffenheit des Secretionsproductes liefert, obgleich einzelne Absonderungen, z. B. die Galle, allerdings ein eigenthümliches Verhältniß der in das Absonderungsorgan eintretenden Blutmasse vorauszusetzen scheinen. Eben so wenig zeigt sich die Beschaffenheit der Oberfläche und der Gänge des Secretionsorganes von absolutem Werthe; denn wir sehen in der Reihe der Thiere Speichel, Galle, Harn u. dgl. von den verschiedensten Formen der Drüsen abgesondert werden. Wir müssen daher entweder die unter Nr. 2 genannten Gebilde als das specifische Bedingungsglied für die specifischen Qualitäten der Secretion ansehen, oder, was wahrscheinlicher und naturgemäßer ist, annehmen, daß in jedem einzelnen Absonderungsorgane jedes einzelnen thierischen Geschöpfes und zu jeder bestimmten Zeit seines Lebens alle drei Momente gerade so in einander greifen, daß eben die bestimmte Absonderung herauskommt. Hierzu gesellt sich noch der so äußerst dunkele Einfluß des Nervensystems, auf den wir in einem besondern Theile dieses Artikels zurückkommen werden.

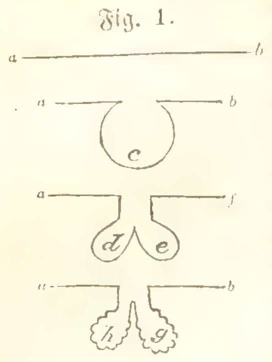
Um nun unserer Darstellung näher zu rücken, müssen wir zunächst die Verhältnisse der absondernden Oberflächen betrachten. Hierdurch nämlich werden wir zu einer speciellern und strictern Bestimmung der eigentlichen thierischen Absonderungsorgane gelangen.

Bei gleichen Verhältnissen der Absonderungsorgane, der für die Secretion bestimmten Mutterflüssigkeit und der übrigen auf diesen Proceß einfließenden Nebenumstände wird die Menge und zum Theil die Beschaffenheit der Absonderung von der Größe der absondernden Oberfläche abhängen. Eine größere Fläche wird dann auch eine größere Secretmenge liefern. Liegt diese bedeutende Oberfläche verhältnißmäßig frei ausgebreitet, so bildet sie zugleich eine größere Verdampfungsfläche. Sobald das Absonderungsproduct heraustritt, kann es dann, wenn sonst die Verhältnisse dazu geeignet sind, Wasser und andere flüssige Bestandtheile durch Verdunstung verlieren, oder, wenn alle seine Stoffe flüchtig sind, gänzlich davongehen. Das Letztere ist z. B. bei der Hautausdünstung der nicht bedeckten Körpertheile der Fall. Einen Beleg des Erstern liefert der Schleim, der, je länger er an der Oberfläche der Schleimhäute haftet, um so mehr seiner Beimischung von Wasser entledigt wird und das Maximum dieses Processes in der Nasenhöhle darbietet. Denn da hier bei dem Ausathmen ein erwärmter Luftstrom hindurchstreicht, so befindet sich der Schleim der Schneiderschen Membran gleichsam in einem intensiven Dürr- oder Trockenapparate und erhärtet daher hier so oft in Verbindung mit losgestoßenen Epithelialzellen zu festeren Fragmenten. Ist hingegen die absondernde Oberfläche eingeschlossener, so kann eine solche Verdunstung gar nicht, oder langsamer und schwächer eintreten. Sind daher die Secrete nicht von vorn herein gas- oder dampfförmig, so müssen sie dann immer in einer mehr oder minder tropfbar flüssigen Gestalt erscheinen.

Bei der verhältnißmäßigen Kleinheit des Menschen und der Thiere konnten natürlich alle ganz freien, flächenartig ausgebreiteten Oberflächen, wie z. B. die der Meningen des centralen Nervensystems, des Herzbeutels, des Lungenfelles, des Bauchfelles u. dgl., keine große Ausdehnung erreichen. Sollte daher eine größere Absonderungsfläche geschaffen werden, so mußte ein anderes Princip, als das der einfachen flächenartigen Entwickelung zur Realisation gebracht werden. Es mußte im Gegentheil die absondernde Oberfläche ohne Verlust ihrer Ausdehnung in einem Organe von kleinem Volumen niedergelegt sein. Der Plan aber, nach welchem dieses geschah, beruht auf folgendem einfachen Grundsatze. Gesetzt wir haben eine Linie

ab von einer bestimmten Länge, so kann die gleiche Länge bei größerer Kürze der Ausbreitung erreicht werden, wenn sie in dem Wege *acb* verläuft, d. h. wenn nur ein kleiner Theil oder gar keine Parthie derselben horizontal geht, das Uebrige dagegen sich in einer bogenförmigen Einsackung hinzieht. Die Kürze ihres Weges wird sich noch vermehren, wenn sich die Einsackungen zu *de* oder noch mehr vervielfachen, oder wenn sie selbst wieder, wie *g* und *h*, kleinere Nebensäckchen besitzen. Was hier von der Linie angeführt wurde, gilt natürlicherweise auch von der Fläche. Durch Einsackungen der absondernden Oberflächen wird es auf diese Art möglich werden, größere Secretionsflächen in kleineren Secretionsorganen herzustellen. Nach diesem einfachen Principe sind auch alle absondernden Drüsen des Menschen und der Thiere gebaut. Aus dem obigen Schema ergiebt sich aber, daß die Einsackungen blind endigen, daß sie nach außen eine Oeffnung haben, und daß zwischen den blinden Enden und der Oeffnung eine Anzahl von Gängen, oder Säcken und Gängen vorhanden sein müssen. Dadurch entstehen die blinden Enden und die Ausgangsöffnung, die Säckchen oder Röhren, die Uebergänge und der Hauptausführungsgang jeder secernirenden oder conglomerirten Drüse. Mit der Zahl und der relativen Größe der Drüsengänge wird aber die Größe der absondernden Oberfläche in Verhältniß stehen.

Fig. 1.



Wir haben also auf diese Art zwei Haupttypen von Secretionsapparaten, ausgebreitet und concentrirt flächige. Obgleich dieser Unterschied, wie man leicht bemerkt, nur ein relativer ist, so sehen doch viele Autoren, und vielleicht nicht mit Unrecht, nur diejenigen Mischungen, welche durch concentrirt flächige Secretionsapparate erzeugt werden, für wahre Absonderungen an, da sich wenigstens die meisten der Producte der ausgebreitet flächigen Absonderungsorgane auf bloße Durchschwitzungen zum Theil reduciren lassen. Nichts desto weniger dürfte es des Folgenden wegen nicht überflüssig sein, wenigstens einige Momente der einfach flächigen Absonderung zu besprechen, ehe wir zu der Thätigkeit der eigentlich absondernden Drüsen übergehen.

So verschieden auch die Detailstructur der hierher gehörenden Apparate, wie der Hüllen des centralen Nervensystems, des Herzbeutels, des Lungenfelles, des Bauchfelles, der Synovialhäute der Gelenke, der Membranen der Schleimbeutel u. dgl., sein mag, so finden wir doch überall gewisse allgemeine, auf ihre Absonderungen berechnete Bedingungen realisirt. Wir haben stets aus Fasern zusammengewebte, permeable Häute, welche an der Seite ihrer freien Oberfläche von Epithelialbildungen bedeckt werden, an der entgegengesetzten aber mit Blutgefäßformationen versehen sind. Das in diesen letzteren kreisende Blut ist bei der Permeabilität der Gefäßwandungen und der Häute in die Möglichkeit versetzt, einerseits gas- und dunstförmige Stoffe verdampfen und andererseits tropfbar flüssige Theile herausströmen zu lassen. Von den Blutgefäßen aus müßte diese Strömung allseitig erfolgen. Da sie aber an den relativ freien Oberflächen den geringsten Widerstand findet, so muß nach ihnen ein größerer Zug des Ausströmens stattfinden. Die hier zum Vorschein kommenden Producte müssen reicher an Gasarten, an Wasser, überhaupt an Bestandtheilen, die leichter durchtreten, sein. Würde die so ausgedünstete Masse sogleich fortgeführt, so würde einerseits, wenn die

Temperatur des Organismus sich nicht ändert, keine Verdichtung stattfinden, während andererseits der Proceß in fortwährender Thätigkeit erhalten würde, wie wir auch bei der normalen Hautausdünstung, wenn kein Schweiß vorhanden ist, sehen. Durch die Geschlossenheit der Räume der sogenannten serösen Häute und der ihnen in dieser Beziehung physiologisch ähnlichen Gebilde wird einerseits der Proceß beschränkt und andererseits die Condensirung zu Wasser begünstigt. Dieses letztere nimmt aber lösliche Bestandtheile des Blutes und der Ernährungsflüssigkeit, wie flüssiges Eiweiß, Chlorkalium, Chlornatrium, milchsaures Natron, freies Natron u. dgl., in sich auf. Die so zum Vorschein kommende Wassermenge wird, abgesehen von anderen Rücksichten, verhältnißmäßig um so größer, je geschlossener der Höhlenraum, je größer der Druck ist. Dieses sehen wir auch, wenn wir die verschiedenen hierher gehörenden Höhlungen unter einander vergleichen. Innerhalb der Sackbildungen der Hüllen des centralen Nervensystems z. B. haben wir die sogenannte Cerebrospinalflüssigkeit, die wir durch eine in der Gegend des Atlas gemachte Punctur so leicht bei dem lebenden Thiere abzapfen können, deren Anwesenheit bekanntlich für die volle Integrität der Functionen des Nervensystems nothwendig ist, und die sich, der vorherrschend physikalischen Bedingungen ihrer Existenz wegen, so leicht wiederherstellt, sobald nur eben der Höhlenraum der Meningen geschlossen bleibt. In der Bauchhöhle dagegen erscheint im Normale die meist vorhandene Flüssigkeit viel geringer, in dem Sacke der Scheidenhäute des Hodens dagegen relativ wieder größer. Eine fernere Folge dieser einfacheren Durchschwitzungsprocesse ist aber, daß die hier zum Vorschein kommenden Secrete mit der Beschaffenheit des Blutes in innigster Beziehung stehen. Das Blut muß sich hier am leichtesten gewisser in ihm enthaltener allzu reichlicher Stoffe entledigen können. Spritzen wir z. B. in die Blutmasse eines Thieres eine zu große Menge Wassers ein, so finden wir dann in den Höhlungen des Gehirns, in denen der Hüllen des centralen Nervensystems, dem Herzbeutel, dem Lungenfellsacke, der Bauchhöhle u. dgl. Ergüsse von flüssigen Exsudaten und ihnen zunächst wässerige Infiltrationen des Zellgewebes, wie man bei Experimenten an Pflanzenfressern, z. B. Kaninchen und Schafen, am leichtesten sieht. Bei Hunden, welche die Einspritzung von größeren Wassermassen leichter ertragen, dampft nach der Operation die äußere Haut im strengsten Sinne des Wortes. Das in geschlossenen Höhlen enthaltene Wasser ist nicht rein, sondern erscheint oft gelblich oder röthlich gefärbt und enthält immer leicht lösliche Bestandtheile des Blutes und der Ernährungsflüssigkeit. Durch die analogen Verhältnisse bildet die Natur selbst die Wassersuchten, deren Fluida wieder die im Blute dann vorherrschend vorhandenen Massen, wie flüssiges Eiweiß, Harnstoff, harnsaure Salze, gelben Farbestoff u. dgl., enthalten. Aus demselben Grunde lagern sich bei allgemein febrilen Aufregungen oder localen Reizungen Faserstoffproducte vorzugsweise an diesen serösen Häuten ab. Es erklärt sich hieraus, wenigstens theilweise, weßhalb diese Membranen so oft der Sitz von Entzündungen sind, oder vielleicht richtiger, weßhalb vorzüglich an ihnen die Erzeugnisse krankhafter Vergrößerungen des Faserstoffgehaltes des Blutes zum Vorschein kommen. Gesellt sich zu dem größern Faserstoffgehalte ein größerer Wasserreichthum, so erscheinen flüssige Exsudate, die entweder gerinnbaren Faserstoff besitzen, oder aus welchen sich der Faserstoff sogleich niederschlägt, während andere organische und unorganische Bestandtheile aufgelös't bleiben, oder die statt des Faserstoffes Eiweiß enthalten. Ob dieses letztere dann von vorn herein durchschwitzte,

oder zum Theil dadurch entstand, daß die Fibrine in Eiweiß verwandelt wurde, bleibt dahingestellt. Der niedergeschlagene Faserstoff verharrt in seiner einfachen Präcipitationsform, was viel seltener geschieht, oder organisirt sich ferner, besonders wenn im Momente der Ausschwitzung der Wassergehalt geringer ist. Es entstehen nach den bekannten Entwickelungsgesetzen Exsudatkörperchen, Exsudatzellen, Exsudathäute, Exsudatfasern.

Analoge Processe, wie in den eben angeführten normalen Behältern größern Umfanges, sehen wir in anderen kleineren faserigen, eine abgeschlossene Höhle erzeugenden Gebilden eintreten. Das einfachste Beispiel liefern die Hydatiden. Hier haben wir ähnliche anatomische Elemente, nach innen eine freie Fläche, nach außen Blutgefäße und zwischen beiden permeable Häute. Die in dem Balge enthaltene Flüssigkeit zeigt auch wieder Bestandtheile, wie Wasser, flüssiges oder geronnenes, dann oft mechanisch suspendirtes Eiweiß, Coagulum von Fibrine oder ähnlichen Proteinstoffen, Chlornatrium, schwefelsaures Kali, kohlensaures oder mit einer organischen Säure verbundenes Natron und phosphorsauren Kalk (Göbel, Collard de Martigny). Eine fernere Organisation des Exsudates findet hier in der Regel nicht Statt. Dagegen können wir, wenn wir wollen, als ein das Letztere darbietende Beispiel den Graafschen Follikel betrachten. Außerhalb der membrana folliculi haben wir wieder das Blutgefäßnetz für die Herbeiführung der Mutterflüssigkeit und nach innen von derselben die geschlossene Follicularhöhle. Durch die Follicularhaut selbst muß die Durchschwitzung geschehen. Die transsudirte Masse dagegen, welche, abgesehen von dem Eichen und dessen Nachbargebilden, das übrige contentum folliculi erzeugt und vermehrt, organisirt sich hier nach den für diesen Theil speciell bestimmten Gesetzen. Fehlt diese Organisation bei fortdauerndem Durchschwitzungsprocesse, oder vermehrt sich der Wassergehalt auf eine gar zu bedeutende Weise, so erhalten wir sich immer vergrößernde Hydatiden, wie sie auch in den Ovarien des Menschen, des Schweines, des Pferdes und der Haussäugethiere sehr häufig vorkommen.

Bei den eben betrachteten Vorgängen haben wir hinter einer permeablen Haut Blutgefäße, vor derselben eine freie Fläche. Wir müssen uns nun vorstellen, daß der liquor sanguinis die Tendenz hat, nach allen Seiten hin aus den Gefäßen durchzuschwitzen und auf diesem Wege hier, wie überall, Ernährungsflüssigkeit auszuscheiden. Sind die Organtheile mit dieser gesättigt, so muß der Hauptstrom nach der freien Oberfläche hin gehen. Die permeable Haut setzt aber der Durchströmung einen um so größern Widerstand entgegen, je dichter ihre Fasern zusammengewebt, je inniger ihre übrigen Gewebtheile an einander geheftet sind und je dicker die permeable Membran selbst mit ihren verschiedenartigen Lagen ist. Es müssen daher diese Bedingungen mit der Dichtigkeit der transsudirenden Stoffe in umgekehrtem Verhältnisse stehen. In der That sehen wir auch in den an den freien Oberflächen erscheinenden Producten Gase und Wasser vorherrschen. Ist in der Blutmasse ein zu großer Wasserreichthum vorhanden, so bilden, wie die mit Wassereinspritzungen gemachten Versuche lehren, die serösen Häute gleichsam Filtrirapparate, durch welche sich das Blut eines Theiles seines Wassers entleert und eine dichtere Consistenz gewinnt. Auch die aufgelös'ten Stoffe können noch bei ihrer bedeutenden Verdünnung mit Wasser dann durchtreten. Daher kann auch gerade das Umgekehrte, d. h. eine geringere Consistenz des Blutes daraus resultiren. So entledigt sich dieses bei Entzündungen überschüssigen Faserstoffes durch Exsudate, welche an den freien Oberflächen erscheinen.

Bei den eben betrachteten Absonderungen functionirt das Blut als die Hauptflüssigkeit, welche das Ernährungsfluidum neben dem Secrete ausschwitzt. Wir werden sehen, daß das Gleiche auch bei den drüsigten Absonderungen stattfindet. Das Ernährungsfluidum spielt so eine mehr untergeordnete Rolle. Anders dagegen wird es bei den Ernährungserscheinungen selbst. Hier bildet das Nutritionsfluidum die nächste Mutterflüssigkeit, die freilich aus dem Blute als der entferntern stammt.

Betrachten wir nun die concentrirt flächigen Absonderungsorgane, die conglomerirten Drüsen, so müssen wir zunächst ihren Hauptcharakter, die mehr oder minder bedeutende Größe ihrer absondernden Oberfläche ins Auge fassen. Schon oben haben wir gesehen, daß hier das Problem der Vergrößerung der Secretionsfläche dadurch gelös't wurde, daß sich die absondernde Haut mannigfach ein- oder ausstülpt, das einfachste Mittel, um Oberflächen, welche die des Körpers um Vieles übertreffen würden, so massig concentrirt in einem kleinern Volumen herzustellen. Natürlicherweise kann dieses Endziel unter sehr verschiedenen Formen der Ausstülpungsbildungen erreicht werden. Soll die Vergrößerung möglichst gering ausfallen, so gräbt sich ein bloßer Blindsack ein. Es entsteht unter kleineren drüsigten Gebilden ein sogenannter einfacher oder, wie er nach den Resultaten der mikroskopischen Untersuchung heißen müßte, ein einfachster Follikel. Es unterliegt keinem Zweifel, daß im Verhältniß zu den übrigen Drüsenbildungen gerade diese Formation die sparsamste ist, weil bei ihr die Oberflächenvergrößerung noch zu gering ausfällt. Die Natur bringt daher lieber selbst an solchen einfachen Drüsenausstülpungen kleinere Nebengruben oder Nebensäckchen an, um auch in dieser beschränkten, ihr vorliegenden Aufgabe das Möglichste zu leisten. Dagegen wählt sie sehr oft diese einfache Ausstülpungsform, wenn sie größere, ohnedies flächenartig auszubreitende Oberflächen vermehren oder mit Nebenapparaten versehen will, wie z. B. der Blinddarm, der Wurmfortsatz und die vielen einfachen Nebenröhren in den verschiedensten Organen der Thiere beweisen. Bildet sie aber an den einfachen Drüsenausstülpungen Nebensäckchen, so können die Höhlungen von diesen im Verhältniß zur Haupthöhlung von sehr verschiedener Größe sein. Werden sie größer und zahlreicher, so geht hierdurch der einfache Follikel unmittelbar in den zusammengesetzten über. Die ferner noch fortschreitende Oberflächenvergrößerung ist nun aber auf zwei Wegen, die wir auch beide in den verschiedenen Drüsen realisirt finden, zu erzielen.

1) Der Drüsenkanal verlängert sich sehr bedeutend. Schon dadurch, daß er ein Rohr darstellt, daß allda die Absonderungsfläche eingerollt ist, wird an Raum gewonnen. Da aber die Länge dieses Rohres, wenn es longitudinal ausgespannt wäre, die Länge des Körpers oder wenigstens das Spatium, wo es placirt werden soll, um Vieles übertreffen würde, so ballt es sich knäuelförmig zusammen. Damit aber auch hier möglichst wenig Volumen bei möglichst großer Absonderungsfläche eingenommen werde, wählt die Natur nicht ein großes weites Rohr, sondern viele dünne Röhren. Bei den sogenannten röhrigen Drüsen, z. B. den Hoden, den Nieren des Menschen, ist diese Idee mehr oder minder vollständig realisirt. Nur wo die Oberfläche minder groß ausfallen soll, wird der Plan nicht bis zu einer bedeutenden Verkleinerung und Zusammenknäuelung der langgezogenen Drüsenröhre ausgedehnt, wie z. B. die Speichelgefäße, die vorderen und hinteren Darmgefäße der Insecten, die Leberschläuche der Dekapoden u. dgl. lehren.

2) Der röhrenförmig gebaute Drüsengang verästelt sich baumförmig.

Diese Verzweigungen setzen sich mit fortwährender Verkleinerung der Drüsenröhren bis zu deren blinden Enden fort. Die Endtheile selbst sind entweder zugespitzt, oder abgerundet, oder knopfförmig angeschwollen. Im letztern Falle redet man daher von Endköpfchen oder Endknöpfchen oder Endbläschen einer Drüse. Ein nach diesem Plane gebautes absonderndes Organ heißt eine massige Drüse. Hierher gehören z. B. bei dem Menschen und den Wirbelthieren die Thränendrüse, die Mundspeicheldrüsen, die Bauchspeicheldrüse u. dgl. mehr. Natürlicherweise können bei den röhrigen sowohl, als den massigen Drüsen ein oder mehre Ausführungsgänge existiren. Dem reinen Idealtypus nach sollte jede röhrige Drüse viele, jede massige nur einen Hauptausführungsgang haben. Bei den röhrigen Drüsen, z. B. bei den Nieren, entsteht aber dadurch eine Abweichung, daß ein Hauptausführungsgang sich gabelig theilt, daß sich aber die Zweige, statt sich ferner zu ramificiren, röhrig verlängert verlaufen. Umgekehrt kann, wie z. B. bei der Vorsteherdrüse, eine scheinbar massige Drüse zahlreiche Ausführungsgänge enthalten, d. h. es können in ihr eine Zahl massiger Drüsen zu einem Organe verbunden sein. Durch diese Verhältnisse hebt sich auch der strenge Unterschied zwischen den röhrigen und massigen Drüsenformen auf. Es werden Mittelgestalten und Uebergänge möglich. Es erklärt sich, weßhalb ein und dasselbe Secret, z. B. der Harn, in der Reihe der Thierwelt bald durch röhrige, bald durch massige Drüsen, oder vielmehr richtiger gesagt, durch Mittelformen, die sich mehr bald dem einen, bald dem andern Typus annähern, abgesondert wird.

In Betreff der Oberflächenvermehrung zeigt sich noch ein Unterschied zwischen den beiden Drüsentypen. Da bei den massigen Drüsen die Drüsengänge mit fernerer Verästelung um so mehr an Zahl zunehmen, je mehr sich ihre Größe verringert, während bei den drüsigen Röhren der Unterschied der Weite des Anfangs- und Endrohres unbedeutender ist, so muß bei ihnen unter Voraussetzung eines bestimmten Totalvolumens der Drüse die Oberflächenvergrößerung nach den blinden Enden hin mehr, als bei den röhrigen Drüsen zunehmen. Das Maximum ist dann erreicht, wenn ein bestimmtes Volumen Drüsen mit möglichst zahlreichen und möglichst kleinen Drüsenröhren ausgefüllt ist. Nach diesen Prämissen muß dann auch ein gleiches Volumen Pancreas z. B. mehr Absonderungsoberfläche, als ein gleiches Volumen Parotis darbieten.

In einzelnen Drüsen, wie z. B. in den Samenkanälchen, den Harnkanälchen, den Gallenkanälchen des Menschen, verbinden sich benachbarte Drüsenröhren durch Queranastomosen mit einander. In den Lungen der Vögel ist dasselbe in Betreff der Bronchia im Großen zu sehen. Relativ wird natürlich hierdurch die Oberfläche vergrößert. Allein bei genauerer Betrachtung geben solche Bildungen einen Beleg, daß an den Stellen, wo sie vorkommen, das Maximum der Oberflächenvergrößerung noch nicht erreicht worden, da in dem Zwischenraume, durch welchen die Anastomose hindurchgeht, noch kleinere und kleinste Drüsengänge möglichst concentrirt vorhanden sein konnten.

Der Flächenraum der absondernden Oberfläche einer Drüse und die Zahl der Oberflächenvergrößerung selbst können unter gegebenen Prämissen einer approximativen Berechnung unterworfen werden. Am füglichsten eignen sich noch hierzu, wie wir bald sehen werden, die röhrigen Drüsen. Man kann nämlich behufs einer annähernden Rechnung jede absondernde Drüsenröhre als einen Cylinder, dessen Höhe h der Länge derselben gleich

ist, betrachten. Da eine Verästelung im Verlaufe hin und wieder vorkommt, während die letzten Parthieen der Röhren, ohne sich ferner zu ramificiren, fortgehen, so dürfte man am zweckmäßigsten verfahren, wenn man das Minimum des Durchmessers der Röhren als den Diameter d des absondernden Cylinders in Rechnung bringt und sich vorstellt, daß eben so viele isolirte Cylinder von diesem kleinern Durchmesser existiren, als Endröhren in der Drüse vorhanden sind. Wenn auch diese Voraussetzung einerseits eine zu große Oberfläche giebt, weil die Anfänge der Röhren (die Stämme der Gabeläste) bei ihren größeren Diametern minder zahlreich sind, so wird dieses doch anderseits dadurch, daß man bei der constant bleibenden Zahl der Röhren das Minimum des Durchmessers derselben in Rechnung bringt, compensirt. Nun gleicht die absondernde Oberfläche eines auf die auseinandergesetzte Weise reducirten Drüsenrohres der peripherischen seitlichen Oberfläche des Cylinders plus der kreisförmigen Basalfläche desselben. Diese letztere entspricht zwar nicht exact dem absondernden Endtheile des Drüsenrohres, da dieses bei seinem Schlusse nicht geradelinigt quer abgeschnitten ist. Allein wenn man in Erwägung zieht, daß die Bestimmung der Höhe des Cylinders, d. h. der Länge des Drüsenrohres, nie ganz exact sein kann, und daß überhaupt bei der Kleinheit des Diameters der absondernden Röhren die Differenz zwischen einer Kreisfläche und der Curvenfläche des blinden Endes relativ untergeordnet ist, so kann man ohne jeden bedeutenden Fehler den kleinen Unterschied, selbst wenn er durch Summation sich vergrößert, außer Acht lassen. Unter den nun angeführten Voraussetzungen beträgt:

die Basaloberfläche des Cylinders $b = \frac{d^2 \pi}{4}$,

die Seitenoberfläche desselben $s = d h \pi$;

folglich ist daher die gesammte absondernde Oberfläche eines solchen Drüsenganges

$$x = b + s = \frac{d^2 \pi}{4} + d h \pi = \frac{d \pi}{4} (d + 4 h).$$

Ist nun die Zahl der in einer Drüse vorhandenen Drüsenröhren $= n$, so beträgt die gesammte absondernde Oberfläche dieser Drüse

$$y = d n \frac{\pi}{4} (d + 4 h).$$

Die Zahl der Oberflächenvergrößerung wird natürlich erhalten, wenn man die absondernde Oberfläche eines Samenkanälchens durch die Lumenfläche der Ausmündung desselben dividirt. Bezeichnen wir den Durchmesser der letztern durch m, so beträgt die Lumenfläche $\frac{m^2 \pi}{4}$. Wir haben daher für die Oberflächenvergrößerung:

$$z = \frac{4 x}{m^2 \pi} = \frac{d}{m^2} (d + 4 h).$$

Setzen wir nun, was bei den röhrigen Drüsen ohne großen Fehler geschehen kann, $m = d$, so haben wir

$$z = \frac{1}{d} (d + 4 h) = 1 + \frac{4 h}{d}.$$

Wir wollen nun diese Formeln zunächst auf den Hoden unter den röhrigen Drüsen anwenden. Nehmen wir mit Krause als den mittlern Durchmesser der Samenkanälchen 0'',008 und die Totallänge aller Samenkanälchen zusammengenommen auf 1015' 3'' an, so finden wir nach der Formel

für x die gesammte absondernde Oberfläche des Hodens. Wir haben daher, da $\frac{\pi}{4} = (0,7853981$ ist, für diese die Gleichung $x = (0,7853981 \times 0,008)$ $(0,008 + 40612) = 255,1727$ Quadratzoll, also ungefähr 2,5 Quadratfuß. Auf beide Hoden kämen dann im Totale ungefähr 5 Quadratfuß Absonderungsoberfläche. Wird nun nach Lauth angenommen, daß 840 Samenkanälchen in einem Hoden existiren, so erhält man für die Absonderungsoberfläche Eines Samenkanälchens $= \frac{255,1727}{840} = 0,30377$ Quadratzoll. Die Länge Eines Samenkanälchens betrüge dann $\frac{10153}{840} = 12,09$ Zoll. Die Oberflächenvergrößerung wäre daher $= 1 + \frac{48,36}{0,008} = 6046$. Krause selbst schätzt die absondernde Oberfläche Eines Testikels auf 1,77 Quadratfuß. Behält man dagegen für $d = 0'',008$ bei und nimmt mit Lauth $h = 21''$ und $n = 840$ an, so beträgt die absondernde Oberfläche Eines Samenkanälchens $= 0,5278$ Quadratzoll und das Totale der Secretionsfläche Eines Hodens $= 443,35$ Quadratzoll. Die Oberflächenvergrößerungszahl gliche dann sogar 10501. Die Secretionsfläche der Niere schätzt Krause auf 62,5 Quadratfuß.

Die Berechnung der Oberfläche in den verzweigten Drüsen ist noch viel weniger exact, als in den röhrigen Drüsen, möglich, weil hier die Durchmesserveränderungen noch weniger selbst nur einem Wahrscheinlichkeitscalcul unterworfen werden können. Am leichtesten ist noch das Problem bei den einfacheren Formen dieser Gebilde, z. B. den Drüsen der Magenschleimhaut, löslich. Man bestimme auf senkrechten, mit dem Doppelmesser verfertigten Schnitten die mittlere Länge der einzelnen Magendrüsen $= h$, ihre mittlere Breite $= d$ und die Zahl von Drüsen $= p$, welche in einem Quadratzoll Magenschleimhaut enthalten sind. Ist q die Zahl von Quadratzollen, welche die Schleimhautoberfläche des ganzen Magens als Flächeninhalt hat, so beträgt, da die Absonderungsfläche Einer Magendrüse $= d \frac{\pi}{4} (d + 4 h.)$, die Secretionsfläche des gesammten Magens $= p\ q\ d \frac{\pi}{4} (d + 4 h)$. In einem erwachsenen männlichen Kaninchen z. B. ergab sich im Magen $h = 0'',0160$ und $d = 0'',00085$. Auf einen Zoll Länge kamen ungefähr 714 Magendrüschen; daher auf einen Quadratzoll $p = 509796$. Die Oberfläche des Magens betrug zwischen 9 und 10 Quadratzoll. Wir wollen daher $q = 9,5$ annehmen. Hiernach würde die absondernde Oberfläche Einer Magendrüse $x = (0,7853981 \times 0,00085)\ (0,00085 + 0,064) = 0,00004329$ Quadratzoll sein. Die gesammte absondernde Oberfläche des Magens betrüge dann (unter der freilich nicht ganz richtigen Voraussetzung, daß die Magendrüsen überall gleich vertheilt sind) $= 509796 \times 9,5 \times 0,00004329 = 209,656$ Quadratzoll, also ungefähr 2,1 Quadratfuß. Die Oberflächenvergrößerung gliche bei jedem einzelnen Magendrüschen $1 + \frac{0,064}{0,00085} = 75,3$. Die Totalsumme der absondernden Oberflächen sämmtlicher Magendrüschen verhielte sich zum Flächeninhalte der Magenschleimhaut ungefähr $= 22,1 : 1$.

Fast unüberwindliche Schwierigkeiten hätten die Berechnungen, wenn sie auf die verzweigten zusammengesetzten Drüsen angewendet werden sollten, da sowohl die Zahlen der Verästelungen, als die Proportionen, nach

welchen die Diameter gegen die blinden Enden hin abnehmen, nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen noch nicht bestimmbar sind.

Während wir die speciellen Structurverhältnisse der Drüsen in dem Artikel Gewebe behandeln werden, müssen wir, um die nachfolgenden Vorstellungen über thierische Absonderungen verständlicher zu machen, Einiges über den Bau der absondernden Flächen in den Drüsenkanälen und deren Nachbargebilden schon hier anführen. Wir haben in jedem Drüsengange oder Drüsenschlauche drei von innen nach außen auf einander folgende Formationen, eine innere, eine mittlere und eine äußere. 1) Die innere Formation (formatio s. membrana intima) gehört zu den Zellgebilden. In den Enden der Drüsengänge finden wir eine Zellenformation, die entweder aus schon vollständig gebildeten Zellen, oder aus flächenartig gelagerten Kugelkernen, zwischen denen sich eine helle Masse befindet, bestehet. Der Höhe nach existirt eine einfache, oder eine mehrfache Schicht. Je weiter wir aber von den bildenden Enden nach dem Hauptausführungsgange fortschreiten, um so ausgebildeter erscheint die oberflächlichste, sich bei der Flächenausbreitung des durchgeschnittenen Drüsenganges dem unmittelbaren Anblicke darbietende Zellenschicht, so daß hier zuletzt platte Blättchen oder in ihrer Ausbildung vorgerückte Cylinder beobachtet werden. Zugleich vergrößert sich auch die Zahl der über einander liegenden Schichten. Je oberflächlicher dann eine Lage ist, um so mehr sind auch im Allgemeinen ihre Zellenformationen in ihrer Ausbildung vorgeschritten. Die jüngsten Bildungen liegen daher am tiefsten, d. h. in der Nähe der mittlern Formation. Die Zellen haben meist Kernbildungen und oft einen Inhalt, der, wie wir sehen werden, vielleicht mit dem Secrete in Beziehung steht. 2) Die mittlere Formation (formatio s. membrana media s. fibrosa) besteht aus verwebten Fasern, welche in verschiedenen Wegen um den Höhlungscylinder des Drüsenganges herumgehen und daher theils als Kreis-, theils als Längenfasern, theils in schiefen Richtungen erscheinen können. Diese Fasern sind mehr oder minder contractil. Die Zusammenziehungskraft aber ist den Drüsengängen verschiedener Drüsen in sehr verschiedenem Grade ausgetheilt. Während sie sich z. B. in den Hautdrüsen nur in geringerem Maaße vorfindet, erscheint sie in dem Gallenausführungsgange, dem Harnleiter, dem Samenleiter so stark, daß man es durch unmittelbare Reizung dieser Fasern selbst, oder durch Irritation der ihnen zugewiesenen motorischen Nervenfasern zu sehr heftigen peristaltischen Bewegungen bringen kann. 3) Nach außen endlich folgt die äußere Formation (formatio s. membrana externa), welche, wie dieses auch bei den Blut- und den Lymphgefäßen der Fall ist, die geringste Selbstständigkeit hat und mehr der Idee, als der Realität nach ein eigenthümliches Schichtgebilde darstellt. Sie umfaßt die sich außen ansetzenden zellgewebigen Theile nebst den durch diese verlaufenden Blutgefäß- und Nervenpartieen. Die Blutgefäße haben hier die Tendenz, die Secretionskanälchen mit ihren Capillarnetzen zu umstricken. Im Allgemeinen verlaufen die größeren arteriellen und venösen Stämme, wie dieses auch in Betreff der größeren Nervenstämme der Fall ist, dem Hauptausführungsgange, den secundären, tertiären Drüsengängen u. s. w. homolog, stehen oft durch größere quere und schiefe Anastomosen mit einander in Verbindung und senden kleinere Zweige nach innen, damit diese sich für die Substanz dieser größeren Drüsengänge selbst in Capillaren auflösen. Weiterhin scheinen sie sich oft weniger an die Drüsengänge zu halten — eine Sache, die davon herrührt, daß sich häufige Verbindungen zwischen den einzelnen untergeord-

neten Blutgefäßen der einzelnen Systeme der Drüsenkanäle darstellen. Je dünner ein Drüsengang ist, um so leichter wird es ihm daher, in Form eines Netzwerkes von den kleineren durch quere und schiefe Anastomosen verbundenen Blutgefäßstämmchen umgeben zu werden, bis endlich zuletzt ein in den verschiedenen Drüsen verschieden gestaltetes Capillarnetz den mehr oder minder vor dem blinden Ende liegenden Theil des Drüsenganges umspinnt. Welche Capillarformationen auf diesem Wege zu Stande kommen, ist natürlich äußerst verschieden. Bald setzt sich die baumförmige Verzweigung möglichst weit fort, bald finden wir den Typus, den wir auch in den Darmzotten wahrnehmen, daß nämlich an einer Seite eine, seltener mehre Arterien hinauf, an der andern eine oder mehre Venen hinabgehen, während an der Spitze und zum Theil zwischen den Spitzentheilen der größeren Stämmchen Blutgefäßnetze ausgebreitet sind. Bald haben wir endlich, wie dieses bei den Leberformationen des Menschen und der höheren Thiere der Fall ist, eine strahlige Bildung, indem in jeder kleinsten Abtheilung einer Drüse von dem Centrum aus eine Reihe von Röhren ausstrahlen, oder umgekehrt nach dem Centrum convergiren. Nur sehr selten, wie in den Nieren und den Wolffschen Körpern finden sich an den Arterien Nebenbildungen, wie die unter dem Namen der Malpighischen Körperchen bekannten Knäuel.

Dem sei nun aber, wie ihm wolle, so bleiben immer die Höhlungen der Blutgefäße von den Höhlungen der Drüsenkanäle abgeschlossen. Schon zu Ende des 17. Jahrhunderts lehrte dieses Malpighi, so weit es der Stand der damaligen Kenntnisse erlaubte. Die entgegengesetzte Ruysch'sche Ansicht, welche um dieselbe Zeit aufkam, daß nämlich die Elemente der Drüsen aus keinen Acinis oder Drüsenschläuchen, sondern aus Blutgefäßen bestehen, konnte sich natürlicherweise in dieser ihrer Schroffheit nicht erhalten. Ein aber noch in unsere Zeit hineinreichender Ueberrest derselben besteht in der Meinung, daß Drüsengänge und Blutgefäße nicht von einander abgeschlossen seien, sondern an einzelnen Stellen in einander übergehen. Diejenigen Autoren, welche wie Berres, Hyrtl, Cayla noch gegenwärtig diese Annahme vertheidigen, stützen sich auf die Resultate ihrer Injectionen. Werden Drüsengänge und Blutgefäße mit verschieden gefärbten Massen eingespritzt, so treffe man Stellen, wo in einem fortlaufenden Gefäße z. B. rothe und gelbe Masse an einander stoßen. Minder urgirt wird selbst von jenen Forschern die bei forcirten Injectionen nicht selten eintretende Thatsache, daß Massen, welche man z. B. in die Nierenarterie einspritzt, durch den Harnleiter wiederkehren. Wie man sich leicht überzeugen kann, findet dann folgender Hergang Statt. Die einem übermäßigen Drucke ausgesetzten Blutgefäße reißen an einer Stelle. Setzt man das Einspritzen fort, so gelangt die Injectionsmasse in die Nierensubstanz und dringt hier entweder nach außen, oder in die Nierenkelche vor. Findet das Letztere Statt, so ist natürlicherweise der Weg in das Nierenbecken und den Harnleiter ohne Hinderniß und gleichsam von selbst bestimmt. Ich muß aber ausdrücklich bemerken, daß in diesem Falle das Extravasat leichter in die Nierenkapsel und nach außen, als in die Nierenkelche und den Harnleiter dringt *). Diejenigen

*) Eine eigenthümliche hierher gehörende Thatsache hat noch C. Voigt in neuester Zeit wahrgenommen. Bei der Forelle und anderen Fischen nämlich kann man, wenn man eine Masse in den Seitenkanal eintreibt, eine recht gute Injection der Blut-

Forscher aber, welche eine unmittelbare Communication der Drüsengänge und der Blutgefäße mit Recht in Abrede stellen, nehmen nun an, daß die Einspritzungsmasse von einer Stelle der Blutgefäße in eine benachbarte Stelle der Drüsengänge hinein extravasire. Dieser Fall kommt meiner Ueberzeugung nach sehr selten und vielleicht nur da vor, wo, wie in der Leber, besonders günstige Momente dafür vorhanden sind. Denn man denke sich, die Masse durchbreche an einer Stelle die Wandung eines Capillargefäßes. Das Extravasat wird sich sogleich im Zellgewebe verbreiten. Es wird die benachbarten Drüsengänge zusammendrücken, nicht aber in ihre Lumina eintreten. Das oben erwähnte Phänomen des an getrockneten Präparaten scheinbar vorhandenen Zusammenstoßens der beiden Injectionsmassen in einem Rohre hat vielmehr in folgenden Verhältnissen seinen wahren Grund.

Fig. 2. Nach den Thatsachen, welche oben über den Bau der Drüsen dargestellt wurden, laufen neben einem Drüsengange, z. B. *b c*, die Blutgefäße, z. B. ein größeres Stämmchen *d f*. Nun ist es notorisch, daß sich selbst bei der glücklichsten Injection nicht alle Drüsengänge und alle Blutgefäße gleichmäßig und vollständig füllen, weil in den Blutgefäßen der Druck dem des Herzens nie gleichkommt, meist zu stark ist und weil die Drüsengänge über ihr Normale ausgedehnt werden. Gesetzt nun, der Drüsengang *b c* habe sich bis *a* mit Injectionsmasse gefüllt, während *a b* leer geblieben, so wird die in *d f* eintretende Injectionsmasse leicht durch *d e* dringen, in *e f* aber in vielen Fällen einen Widerstand finden, weil hier der stärker ausgedehnte gefüllte Theil *a c* des Drüsenganges resistirt. Es wird daher leicht der Fall eintreten, daß wir von *b c* nur *a c* und von *d f* nur *d e* injicirt haben. Trocknet nun das Präparat ein, so verschrumpfen *b a* und *e f* in bedeutendem Grade, und *d e* und *a c* scheinen leicht auf den ersten Blick ein Rohr, welches halb mit dieser, halb mit jener Injectionsmasse gefüllt ist, auszumachen. Da jedoch das Einschrumpfen der nicht injicirten thierischen Röhren immer in mehr oder minder unvollständigem Grade stattfindet, so können auch im günstigsten Falle *d e* und *a c* nie in dem ganz gleichen Niveau liegen. Dieses bestätigt die Erfahrung auf das Vollständigste. Scheint auch bei Betrachtung unter einfachen Linsen nur ein Rohr zu existiren, so untersuche man nur das Präparat unter stärkeren Vergrößerungen. Die Lage der beiden verschiedenen Injectionsmassen in zwei verschiedenen Höhen wird auf der Stelle klar. Ich habe diese Erfahrung an eigenen Injectionspräparaten von Hyrtl, welche ich der freundlichen Zuvorkommenheit dieses Forschers verdanke (der Leber des Siebenschläfers, den Nieren des Raben und des Pfaues), gemacht.

Die unmittelbare Anastomose zwischen Blutgefäßen und Drüsengängen ist überdies eine anatomische Unmöglichkeit, so wie, wenn sie existirte, eine regulirte Absonderung aus physikalisch-chemischen Gründen kaum stattfin-

---

gefäße innerer Organe, z. B. des Darms, der Nieren u. dgl., erhalten. Die Masse geht durch den ductus Cuvieri fort. Ob aber die benachbarten Stellen des Seitenganges und des ductus Cuvieri so dünn sind, daß die Einspritzungsmasse in das genannte Blutgefäß extravasirte, oder ob, was unwahrscheinlicher sein dürfte, eine freie Communication und ein nach dem Cuvier'schen Gange, nicht aber nach dem Seitengange hin zu öffnendes Klappenventil vorhanden ist, müssen noch nachfolgende, an größeren Fischen anzustellende Untersuchungen lehren.

den könnte. Die Capillargefäße bilden überall ein geschlossenes Ganze und entbehren nirgends ihrer selbstständigen Begrenzungswandungen. Die letzteren besitzen im ausgebildeten Zustande kein cellulöses, sondern ein einfaches Epithelium. Die ebenfalls nie mangelnden selbstständigen Wandungen der Drüsengänge haben zelligte Epitheliumformationen, erscheinen deßhalb auch (wegen ihrer solideren Kernbildungen) mehr oder minder undurchsichtig und werden so kenntlicher. Inosculirten beide Arten von thierischen Röhren mit einander, so müßten, abgesehen von Fasern der Mittelformation, diese beiden verschiedenen Epithelien in einander übergehen — ein Verhältniß, welches durch Erfahrung nicht bewiesen ist und nach Empirie und Theorie wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Gerade in Betreff dieser Streitfrage liefert die directe mikroskopische Beobachtung bis jetzt nur Gegenzeugnisse. Sind die Capillaren einer Drüse noch mit Blut gefüllt, so sieht man unter dem Mikroskope, daß sie durchaus selbstständig die gleich selbstständigen Drüsengänge umspinnen, und daß die Durchmesser ihrer Röhren auch meist bedeutend kleiner, als die der letzten Enden der Drüsengänge sind. Einen directen Uebergang beider Systeme von thierischen Röhren hat noch kein Forscher an frischen uninjicirten Präparaten bis jetzt mit Sicherheit gesehen. Gesetzt nun aber, es existirte eine solche Inosculation, wie wäre eine specifisch secernirende Absonderung möglich? Selbst angenommen, die Capillarröhren, welche in die Drüsengänge sich fortsetzen, seien so eng, daß sie keine Blutkörperchen, sondern nur Blutflüssigkeit hindurchlassen, so müßten die Secrete, oder wenigstens der Inhalt der Drüsenanfänge alle Elemente des liquor sanguinis, mithin auch Eiweiß, flüssigen Faserstoff u. dgl. enthalten, was nie im Normale in so bedeutendem Grade der Fall ist. Wollte man aber annehmen, daß an den Uebergangsstellen Klappeneinrichtungen existirten, durch welche die Secrete in das Blut, nicht aber das Blut in die Secrete gelangen könnte, so wäre der Nutzen einer solchen Einrichtung nicht nur räthselhaft, sondern fast unbegreiflich. Auch müßte dann das Secret, wenn es nicht ausgeleert werden könnte, leicht in die Blutmasse zurückzukehren im Stande sein. Dieses ist aber nicht der Fall. Wie z. B. ein auf der hiesigen Anatomie befindliches Präparat beweis't, bilden sich in einer Niere blasige, durch den zurückgehaltenen Urin erzeugte Räume, wenn durch ein strangartiges Exsudat der Harnleiter, nicht aber die Nierenarterie und die Nierenvene unwegsam gemacht werden.

Im Allgemeinen sieht man die Arterien als diejenigen Gebilde an, durch welche die Mutterflüssigkeiten der Secrete hervortreten, während man den Venen vorzugsweise die Kraft der Resorption zuschreibt; nur die Absonderung der Galle rühre vorzugsweise von der Pfortader her. Diese Ansichten haben auch, so viel die bisherigen Erfahrungen lehren, ihre volle Richtigkeit. Nur dürfte eine speciellere Durchführung derselben nicht unersprießlich sein. Alle Theile des Körpers nämlich, mithin auch Blut und Ernährungsflüssigkeit, befinden sich unter einem bestimmten Drucke. Dieser wird aber in dem Blute durch den Druck des Herzstoßes noch vermehrt. Er wird daher in den Arterien am stärksten, in den Capillaren schwächer und in den Venen am schwächsten ausfallen. Es müssen deßhalb auch in gleichem Grade die Schlagadern mehr Neigung haben, Stoffe aus dem Blute hervortreten zu lassen, als die Venen. In den Capillaren nimmt zwar die Stoßkraft des Herzens ab. Es gesellen sich aber zwei andere wesentliche Momente, welche die Exosmose befördern müssen, hier hinzu. Die Bewegung wird langsamer, insofern die Summe der Lumina der Capilla-

ren die Summe der Lumina der entsprechenden Schlagaderstämme übertrifft, und 2) die Wandungen der Blutgefäße werden so dünn, daß die exosmotische Strömung hierdurch sehr erleichtert und begünstigt und in einem kaum zu bestimmenden Minimum von Zeit vollendet wird. An dem Uebergange der Capillaren in die Venenanfänge treten wieder gerade die entgegengesetzten Momente ein und combiniren sich mit dem durch den Herzstoß minder geschwächten Drucke. Nach diesen physikalischen Betrachtungen müssen wir bei den sonst hierüber mangelnden Erfahrungen, welche vielleicht noch manches rectificiren könnten, annehmen, daß die größte exosmotische Ausströmung aus dem Blute in denjenigen Theilen der Capillaren, in welchen das Blut centrifugal und umbiegend strömt, vor sich geht.

Gegen die eben gemachte Deduction könnte noch die Gallenabsonderung, die vorzugsweise aus dem Pfortaderblute erfolgte, angeführt werden. Allein abgesehen davon, daß in den Capillaren der Leber eine Anastomose von feinsten Zweigen der Pfortader und der Leberarterie stattfindet, existirt hier, wie Joh. Müller und R. Wagner bei Wassersalamanderlarven beobachtet haben, ein pulsatorischer Kreislauf in den Capillaren, der jedenfalls eine Ungleichheit des Druckes bedingt, möge dieser freilich von den Contractionen der untern Hohlader, oder von dem Stoße in der Leberarterie, oder anderen Verhältnissen herrühren.

Während in den meisten Drüsen die Verzweigung der Blutgefäße auf einfache, baumförmige Weise vor sich geht, haben einzelne hierher gehörende Gebilde, wie z. B. nach den Beobachtungen von Joh. Müller und Eschricht die Leber des Thunfisches, Wundernetzformationen. Es ist jedoch thatsächlich noch gänzlich unbekannt, welchen Einfluß diese Bildung auf die ihren Organen entsprechende Absonderung ausübt.

Die Hauptfrage nun, ob alle in den Secreten vorhandenen eigenthümlichen Specialstoffe schon im Blute existiren oder nicht, ob daher dem Drüsengewebe nur die Kraft zukomme, die ihm entsprechenden Materien anzuziehen und gleichsam auszuwählen, oder ob es auch, wie anatomisch und physiologisch wahrscheinlicher ist, chemisch umändernde Kräfte besitze, läßt sich bis jetzt nach chemischen Daten nicht entscheiden. Es ist leicht zu zeigen, daß, wenn wir selbst eine Vorbildung im Blute annehmen, jene Stoffe nur in so geringer Menge in demselben vorhanden zu sein brauchten, daß sie leicht der chemischen quantitativen Bestimmung entgingen. Wir wollen z. B. gerade den Harn und unter den Bestandtheilen desselben den Harnstoff wählen, weil dieser bekanntlich sowohl unter manchen krankhaften Verhältnissen des Menschen, als auch nach Ausrottung der Nieren bei Thieren im Blute effectiv nachgewiesen worden ist. Nach den Beobachtungen von Le Canu betrug die Menge des Harnstoffes, welche in dem innerhalb 24 Stunden abgesonderten Urine enthalten ist, im Medium bei 4jährigen Kindern 4,505 Grm., bei 8jährigen 13,471 Grm., bei erwachsenen Frauen 19,1165 Grm., bei erwachsenen Männern 28,0525 Grm. und bei Greisen 8,1105 Grm. Nun gleicht die wahrscheinliche Blutmenge im Mittel bei dem 4jährigen Kinde 3,16 Kilogr., bei dem 8jährigen 4,56 Kilogr., bei der erwachsenen Frau 11,17 Kilogr., bei dem erwachsenen Manne 15,66 Kilogr. und bei dem Greise 12,72 Kilogr. Bliebe nun die Mischung des Blutes immerhin während des Umkreises desselben in 24 Stunden stabil, so brauchte es bei dem 4jährigen Kinde nur 0,13%, bei dem 8jährigen 0,29%, bei der erwachsenen Frau 0,171%, bei dem erwachsenen Manne 0,179% und bei dem Greise 0,063% zu betragen. Es folgt aber aus den Versuchen von Mar-

chand mit sehr vieler Wahrscheinlichkeit, daß zur Bildung des Harnstoffes nicht bloß die eingenommenen stickstoffhaltigen Nahrungsmittel, sondern auch die verbrauchten thierischen Organtheile die Stoffe liefern. Ist dieses aber der Fall, so würde mit jedem Blutkreislaufe eine neue Portion Urin (schon gebildet, oder gänzlich, oder theilweise in seinen Elementen) in das Blut treten. Legen wir nun auch das Maximum der Zeit des Blutumlaufes als 2 Minuten zum Grunde, so haben wir in 24 Stunden 720 Kreisläufe. Es brauchte daher actuell in dem Blute des 4jährigen Kindes 0,0002%, in dem des 8jährigen 0,0004%, in dem der erwachsenen Frau 0,00023%, in dem des erwachsenen Mannes 0,000248% und in dem des Greises 0,000087% Harnstoff vorhanden zu sein, wenn die in der That durch den Urin abgesonderte Harnstoffmenge herauskommen sollte. Diese kleinen Größen vermag aber natürlich keine Analyse mehr quantitativ zu bestimmen. Wir können sie nur höchstens qualitativ durch die Einwirkung des Harnstoffes auf die Kochsalzkrystallisation wahrnehmen. Ich bin individuell überzeugt, daß sich dasselbe für andere Secretionen, wie Galle, Milch und dgl., beweisen ließe, wenn wir die Mittelmengen, welche von diesen Secreten in 24 Stunden abgesondert würden, kennten. Wir sehen also hieraus, daß der Umstand, daß die eigenthümlichen Secretionsstoffe nicht in größeren Mengen im Blute vorhanden sind, keinen Einwand gegen die freilich aus anderen Gründen angreifbare Hypothese, daß alle Absonderungsmaterien im Blute vorgebildet seien, abgiebt.

Ist aber auch eine solche Vorstellung in ihrer Ausdehnung auf alle Absonderungsstoffe unrichtig, so leidet es keinen Zweifel, daß einzelne Secretionsmaterien schon gebildet aus Blut und Ernährungsflüssigkeit kommen. Hierher gehören vor Allem das Wasser, wenigstens die größte Menge desselben, wie schon das stärkere Uriniren nach dem Genusse von Getränken einfach beweis't, eben so die in vielen Krankheiten vorkommende Absonderung von Eiweiß und die Ausscheidung von Proteinkörpern überhaupt. Wir können daher den Satz annehmen, daß von den einzelnen Stoffen der Secrete einzelne unmittelbar aus Blut und Ernährungsflüssigkeit durch die Drüsensubstanz in das Innere der Drüsengänge gänzlich oder größtentheils hindurchschwitzen, daß aber andere und zwar vorzüglich die specifischen organischen Körper der Absonderungen vielleicht erst bei und durch den Durchtritt durch die Drüsenmasse in ihren eigenthümlichen Elementarverbindungen entstehen. Es läßt sich sogar, freilich aus noch sehr unvollständigen Daten, wahrscheinlich machen, daß selbst Stoffe, welche schon im Blute vorgebildet existiren, noch in größerer Menge durch das entsprechende Drüsengewebe erzeugt werden. Auch hier müssen wir wieder den Harnstoff als Beleg anführen. Nach Exstirpation der Nieren fanden Prevost und Dumas in dem Blute des Hundes 0,83% und in dem der Katze 1,04% Harnstoff, nachdem die Thiere 2 Tage nach der Operation gehungert hatten. Obgleich hierdurch eine sehr wesentliche Quelle der Harnstoffbildung entfernt war, obgleich vielleicht selbst die Ursache hinwegfiel, weßhalb sonst der Harnstoff so reichlich bei Fleischfressern vorkommt (bei dem Löwen, Tiger, Leoparden 13,22%), so sieht man doch, daß unmöglich die angegebenen Procentgehalte groß genug sind, wenn sich aller Harnstoff, der sonst mit dem Urin ausgeleert wurde, in den zwei Tagen nach der Operation im Blute angehäuft hätte. In einem ähnlichen Versuche, den Marchand an einem Hunde anstellte, gaben zehn Tage nach der Operation 3 Pfd. Blut 4,88 Gr. Harnstoff, also noch viel weniger, als die obigen Zahlen. Sollten sich in der

Folge noch fernere Thatsachen für jene Ansicht finden, so würde man zu der Ueberzeugung gelangen, daß zwar einzelne Absonderungsstoffe specifischer Art, wie sie in den Drüsensecreten normal existiren, normal oder pathologisch schon im Blute vorhanden sein können, daß ihre Menge aber dann verhältnißmäßig viel geringer ist, als wenn die entsprechenden Drüsen regelrecht ihre Functionen verrichten. Vielleicht nimmt ihre Quantität um so mehr ab, je schwerer sie sich außerhalb und ohne Drüsengewebe bilden, oder je leichter dann ihre Zersetzung eintritt.

Schon oben haben wir hypothetisch angenommen, daß wahrscheinlich in jeder Drüse die drei bedingenden Elemente, das Blut, das Gewebe der Drüsengänge und die Beschaffenheit der Oberfläche, so correspondiren, daß eben das entsprechende Secret herauskommt. Es läßt sich daher auch wohl vorstellen, daß manchen Drüsen, damit sie ihr bestimmtes Secret liefern können, auch ein bestimmter Platz im Organismus angewiesen ist, so daß ihnen eine für den berechneten Zweck determinirte Blutmasse zugeführt wird. Doch scheinen, so weit unsere bisherigen Kenntnisse reichen, die meisten Drüsen nur überhaupt arterielles Blut als Mutterflüssigkeit der Secretion zu erhalten. Dagegen dürfte die Leber allerdings in dem Falle sein, eine eigenthümliche Blutmasse zu ihrer Absonderung wenigstens zum Theil vorauszusetzen. Halten wir uns zunächst an den Menschen und die Säugethiere, so führt die Leberarterie, wie bei anderen Drüsen, Arterienblut zu. Anderseits liefert die Pfortader das von den Baucheingeweiden rückkehrende venöse Blut. Beide Blutarten vermischen sich in der Leber mit einander. Man stellt sich nun oft vor, daß das Arterienblut der Leberarterie zur Ernährung der Lebersubstanz dient, das Blut der Pfortader dagegen die Galle liefert. Richtiger dürfte aber vielleicht die Annahme sein, daß beide Blutarten ihren Beitrag zur Gallensecretion liefern. Da bei den andern Drüsen das einströmende Arterienblut nicht bloß die Ernährung der Drüsensubstanz, sondern auch das Secret liefert, so liegt wenigstens bis jetzt kein Grund vor, auch nicht in der Leber etwas Aehnliches anzunehmen. Daß aber außerdem das Pfortaderblut den wichtigern Antheil an der Gallenbildung, vorzüglich an der Erzeugung der kohlenstoffreicheren Producte derselben habe, ist im höchsten Grade wahrscheinlich. Es bedarf also zur Erzeugung dieser Absonderung des speciell specifischen Blutes der Pfortader, deren Kreis sich dann bei Vögeln, Reptilien und Fischen nicht bloß auf die Verdauungsorgane und deren accessorische Nebengebilde, sondern durch den Jacobsonschen Nieren-Pfortaderkreislauf auf die Nieren und die hinteren Körpertheile ausdehnt. In den Capillaren der Leber aber vermischt sich dieses eigentliche Pfortaderblut mit dem durch die arteria hepatica herbeigeführten Arterienblute.

Die Mittelbrücke nun zwischen Blut und Ernährungsflüssigkeit einerseits und speciellem Absonderungsproducte anderseits auszufüllen, bleibt bis jetzt fast ausschließlich theoretischen Vorstellungen überlassen. Diese letzteren müssen natürlicherweise den Kenntnissen der Gegenwart entsprechen. Es kann daher von eigenen aushauchenden Gefäßen, welche am Ende selbst als etwas Unbekanntes statt eines andern Unbekannten angenommen werden, nicht die Rede sein. Da aber sehr wahrscheinlicherweise keine bloß einfache Durchschwitzung der Secretionsstoffe aus Blut und Ernährungsflüssigkeit stattfindet, da überdies jede Drüse die vorzüglich ihr Secret charakterisirenden Bestandtheile oder die Elemente derselben anziehen muß, so hat man schon seit längerer Zeit in dem Drüsengewebe selbst die vermit-

telnde Kraft gesucht. Man ließ aus dem Blute eine flüssige Masse transsudiren. Zunächst werde diese zur Ernährung der Drüsensubstanz in Anspruch genommen. Das Residuum dagegen fließe als Secret ab. Die mit Hülfe des Mikroskopes gewonnene genauere Kenntniß des feinern Baues der Drüsen und der Veränderung der thierischen zelligten Gebilde mußte natürlich Gelegenheit bieten, diese allgemeine Vorstellung specieller auszuführen. Hiermit haben sich auch Schwann, Pappenheim und Henle beschäftigt. Wir wissen, daß innerhalb der membrana media in den blinden Enden der Drüsen als membrana intima Zellenkerne oder Zellen vorhanden sind. Es ist wahrscheinlich, daß hier ein fortwährender Bildungsproceß stattfinde. Nun kann 1) durch einfache Durchschwitzung die Ernährungsflüssigkeit durch die Wandungen der Drüsenkanäle treten und als Cytoblastem für neue Kern- und Zellenbildungen fungiren. Der Ueberrest läuft alsdann als Secret ab. Die alten und verbrauchten Zellen und Zellenkerne gehen demselben Schicksale, wie die anderen verbrauchten Parthieen organischer Theile entgegen, d. h. sie werden in den flüssigen Zustand umgesetzt und hinweggeführt. Nach dieser Ansicht wäre die so gebildete Secretmasse das Residuum der Ernährungsflüssigkeit, nachdem diese nach allgemeineren, nicht bloß für die Drüsen gültigen Gesetzen die zur Erhaltung nothwendige Restitution übernommen. 2) Die Ernährungsflüssigkeit bilde auf die unter Nr. 1 geschilderte Weise die Zellenkerne oder Zellen in den Drüsengängen. Das Residuum derselben gelange einerseits in die Höhlungen der Drüsenkanäle und anderseits in die Drüsensubstanz durch tränkende Ernährungsflüssigkeit. Die mit dieser sich vermischende Portion erleide die Veränderungen der letztern (s. d. Art. Ernährung). Mit dem in den Höhlungen der Drüsenkanäle befindlichen Antheile vermischen sich die durch Auflösung oder andere Veränderung der aufgelös'ten Zellen sich bildenden Substanzen, um die Elemente der hier entstehenden Absonderungsproducte abzugeben. Eine größere Menge von Wasser oder sehr verdünnten organischen Lösungen komme dann schon durch einfache Transsudation hinzu, weil wegen der Höhlungen der Drüsengänge der Austrittswiderstand nach dieser Seite hin am geringsten ist.

Es lassen sich nun natürlicherweise die Zellenveränderungen, welche so die Bildung des Secretes bedingen, auf sehr verschiedene Art denken. a) Es können sich Kerne ablagern, während das Cytoblastem nie aus den Kernen in das Secret übergeht. b) Das Gleiche findet nach vollständiger Bildung von Zellen Statt. c) Die früher soliden Kerne verflüssigen sich erst im Innern und dann gänzlich. Als Mittelstufe dieses Ganges erschiene ihr sogenanntes Hohlwerden. d) Es bildet sich im Laufe ihrer vorschreitenden Entwickelung ein Zelleninhalt, welcher gewisse eigenthümliche Secretionsstoffe enthält. Der Austritt desselben geschieht durch Durchschwitzung, oder Platzen der Zellen, oder durch Auflösung der Zellenwände. e) Es geht eine Bildung nach dem Typus der Entstehung von Zellen in Zellen vor sich. Die Ernährungsflüssigkeit liefert hier, wie überall, das Material, während die weiteren Veränderungen nach Specialkräften, die uns bis jetzt ihren Ursachen nach unbekannt sind, eintreten. Sobald die jungen Zellen einen gewissen Entwickelungsgrad erreicht haben, geht die Mutterzelle d. h. die ursprüngliche Zellenwandung mit dem primären Zelleninhalte verloren und liefert seinen Antheil an dem Absonderungsproducte. Henle, welchem Bischoff beistimmt, hat diese Vorstellung am weitesten ausgedehnt. Er stützt sich hierbei auf die geschlossenen Bälge in den Peyerschen Drüsen,

auf die von Wasmann an der Magenschleimhaut des Schweines beobachteten Gebilde und auf die geschlossenen Cysten, welche überhaupt so häufig an Schleimhäuten wahrgenommen werden. Ihre umgebende Haut ist vollkommen structurlos. Innerhalb derselben finden sich dann Körperchen, wie sie in den Drüsenacinis und an Schleimhäuten, die scheinbar keine einzelnen Schleimdrüsen besitzen, vorkommen. Eine Entleerung dieses Inhaltes ist aber nur durch Auflösung, oder durch Bersten der Zellenmembran möglich. Nach dem durch die Entwickelungsgeschichte nachgewiesenen Gesetze der isolirten Entstehung bildet sich ein Drüsenköpfchen nicht durch unmittelbare Ausstülpung des Drüsenganges, sondern während dieser sein selbstständiges Lumen hat, erhält die Mutterzelle des Drüsenköpfchens ihre ebenfalls selbstständige Höhlung, indem ihre junge an den Wandungen befindliche Kernbrut als die Körner der membrana intima erscheint. Später inosculiren secundär beide Höhlungen in einander. Man denke sich den analogen Proceß in dem Erwachsenen perpetuell. Die neu gebildete Mutterzelle tritt so mit dem Drüsengange in Verbindung, so daß eine Weiterbeförderung und Ausleerung möglich wird. Ich muß jedoch gestehen, daß mir die bis jetzt bekannten Thatsachen für eine solche Ausdehnung der Hypothese nicht zu sprechen scheinen. Bei den Schleimhäuten schon müßte das einfache Platzen der Mutterzelle die Stelle eines Ausführungsganges ersetzen, was nur denkbar wäre, wenn der primäre geschlossene Balg in der Epitheliallage sich befände. Sonst müßte kein einfaches Platzen, sondern die Formation eines kürzern oder längern Ausführungsganges stattfinden. Bei den massigen Drüsen müßte eine sehr ausgedehnte fortwährende Regeneration von blinden Drüsenenden vorhanden sein. Ihnen fiele besonders die Bildung des Secretes zu, während die fertigen Kolben der Drüsengänge gar keine, oder nur eine Nebenrolle spielten. Ich glaube nicht, daß sich unterstützende Belege hierfür anführen ließen. Wie diesem nun aber auch sei, so bleibt es der Folgezeit überlassen, alle diese hypothetischen Vorstellungen durch Thatsachen zu erhärten, oder zu widerlegen und das Wahre von dem Falschen zu sondern. Von anatomischer Seite müßte man zu verfolgen suchen, ob und wie mit der Bildung von eigenthümlichen Absonderungen Veränderungen in den Drüsengängen und vorzüglich in den Endköpfchen und der innern Formation derselben vor sich gehen. Chemisch wären vorzüglich die Zellen derselben und deren Inhalt zu prüfen. Durch physiologische Versuche müßte man die Absonderung einzustellen suchen und dann nachsehen, ob auch in den Zellenbildungen Veränderungen vor sich gehen. In letzterer Beziehung habe ich einige Experimente, die mich jedoch zu keinem definitiven Resultate geführt haben, angestellt. Machen wir nämlich durch die Lebersubstanz eines Menschen oder eines Säugethiers mittelst des Doppelmessers einen feinen senkrechten Schnitt und untersuchen diesen unter dem Mikroskope, so sehen wir dicht an einander befindliche Zellenbildungen in strahliger Anordnung neben einander liegen. Diese Zellen haben einen körnigen Inhalt. Theils in, theils an ihnen sieht man gelbe Körnchen, welche an ähnliche in der Galle vorkommende Gebilde erinnern und sich gegen Reagentien, besonders Mineralsäuren ähnlich verhalten (s. den Art. Gewebe). Da es nun sehr wahrscheinlich ist, daß die Galle zu einem sehr großen Theile durch das Blut der Pfortader abgesondert werde, kam ich auf die Idee, zu untersuchen, wie sich diese Zellen nach Unterbindung der vena portae verhalten würden. Schneidet man bei Kaninchen hinter den Rippen auf der rechten Seite die Bauchdecken durch, und sind die Därme und vor-

2*

züglich der Dickdarm nicht zu sehr gefüllt, so gelingt es leicht, zur Unter- oder Hinterfläche der Leber zu kommen und sowohl die Gallenblase, als die Pfortader bloß zu legen. Nun schiebt man unter das freie blinde Ende der Gallenblase ein Uhrgläschen, sticht an der Spitze derselben ein, läßt sämmtliche Galle, die in der genannten Blase enthalten ist, ablaufen und schließt die gemachte Oeffnung durch eine umgelegte Ligatur. Hierauf schreitet man zur Unterbindung der Pfortader, die man leicht mit einer Nadel umstechen kann. Nach dieser Operation gingen mir aber die Kaninchen sehr bald, schon nach wenigen Stunden zu Grunde, so daß keine bestimmte Schlüsse zu unternehmen waren. Die Gallenblase blieb durchaus vollkommen leer. An den Leberzellen ließ sich noch kein wesentlicher Unterschied wahrnehmen. Um bessere Resultate zu erhalten, verfuhr ich auf die genannte Weise, schnürte aber die Ligatur um die Pfortader fest an (wobei kein Schmerzensschrei, jedoch Widerstandsbewegung beobachtet wurde) und lös'te sie dann wieder ab. Diesen Versuch überlebte ein Thier ungefähr 2 Stunden. Die Gallenblase, welche bei der Operation von enthaltener Galle vollständig ausgedehnt gefunden wurde, war noch nach dem Tode vollkommen leer. Die gelben Körnchen in und an den Leberzellen waren noch vorhanden, schienen aber allerdings sparsamer zu sein, obgleich natürlich ein sicheres Princip für eine genauere Parallele mangelte. Was übrigens das Aufhören oder wenigstens die Verminderung der Gallensecretion betrifft, so stand diese in der zweiten Versuchsreihe wahrscheinlich nicht sowohl wegen der durch die Ligatur erzeugten Affection der Lebernerven, als wegen der nachfolgenden Entzündung und Stockung des Blutes still, wie wir etwas Aehnliches nach der analogen Operation auch bei den Nieren erfolgen sehen.

Sobald das Secret in den Höhlungen der Drüsenkanäle sich befindet, besitzt es schon gewisse mehr oder minder charakteristische Eigenthümlichkeiten, welche dasselbe von Blut, Ernährungsflüssigkeit und anderen Absonderungen unterscheiden. Der Harn z. B. zeigt seinen Harnstoff und seine harnsauren Verbindungen, die Galle ihre gelben Bestandtheile u. dgl. mehr. Indem nun aber die Absonderungsflüssigkeit in dem Bereiche der Drüse ferner fortschreitet, kann sie entweder noch dieselbe bleiben, oder neue Veränderungen eingehen. Bei Secreten, welche, wie z. B. der Harn, viel Wasser enthalten und sehr schnell abgeführt werden, scheinen solche secundäre Veränderungen zu fehlen, oder sehr unbedeutend zu sein. Bei längerem Aufenthalte in den Drüsengängen wird ein wasserärmeres Secret producirt, wie die Speicheldrüsen, die Leber u. dgl. lehren. Erfolgt auch die Secretion langsamer, so enthält sie ebenfalls weniger Wasser. So ist der gewöhnliche Mundspeichel z. B. concentrirter, als derjenige, welcher sich in reichlicher Menge einstellt, wenn wir uns einer uns angenehmen Speise erinnern, oder dieselbe riechen. Daß auch innere chemische Veränderungen vor sich gehen, steht dahin. Bei den fettigen Absonderungen z. B. dürften so Umänderungen von Elain- in Stearinkörper noch am ersten anzutreffen sein. Daß der abgesonderte Schleim der Schleimhäute sich verdichte, haben wir schon oben angeführt. Wie aber endlich bei den Durchschwitzungen der exsudirte Faserstoff sich weiter zu organisiren vermag, so lehrt wenigstens das eine Beispiel des Samens, daß auch in einer Secretion eine selbstständige Organisation Fuß fassen und bis zur Production sehr eigenthümlicher Gebilde fortschreiten kann. In den verwickelten Samenkanälchen finden wir Samenkörperchen, weiter nach unten in Cysten eingeschlossene Spermatozoen mit körnigen Nebenmassen, endlich bloße in Hüllen enthaltene Samenthier-

bündel und zuletzt freie Samenthierchen. Wir haben so nach Continuität der Samenröhrengebilde von den blinden Enden bis zu dem vas deferens eine vollständige progressive Entwickelung des Hauptbestandtheiles dieser Absonderung.

Ueber den Einfluß der Nerven auf die Secretion liegen bis jetzt nur einzelne isolirte Thatsachen, welche keine genügende Theorie erlauben, vor. Die tägliche Erfahrung lehrt schon, daß durch verschiedene Thätigkeiten der nervösen Gebilde des Körpers Absonderungen in sehr auffallend kurzer Zeit quantitativ und selbst qualitativ verändert werden können. Hierher gehört z. B. das Weinen bei traurigen oder sehr freudigen Gemüthsaffecten, das Zusammenlaufen des Speichels im Munde bei dem Geruche angenehmer Speisen oder der Erinnerung an dieselben, die Verminderung der Milchabsonderung durch Schreck, Aerger u. dgl. Durch Gemüthsbewegungen kann sich z. B. die Milch sehr leicht zu einer für den Säugling fast giftartigen Flüssigkeit umändern. Irgend ein krampfhafter Zufall vermag es leicht zu bewirken, daß der Urin wenig oder gar keinen Gallenfarbestoff enthält und daher blaß bis farblos wird u. s. w. Wir dürfen aber natürlicherweise nicht, wenn wir uns über den Einfluß des Nervensystems auf den Absonderungsproceß gewisse z. B. mögliche Vorstellungen bilden wollen, mit diesen Ergebnissen wahrscheinlich complicirter Verhältnisse anfangen. Wir müssen vielmehr suchen, zuerst die einfacheren Grundsätze des Einflusses des Nervensystems auf die Absonderungen kennen zu lernen.

Theorie und Erfahrung sprechen entschieden dagegen, daß irgend eine Absonderung des menschlichen oder thierischen Körpers durch den Einfluß des Nervensystems in so hohem Grade bedingt werde, daß Aufhören der Nerventhätigkeit auch das Aufhören der Absonderung zur Folge hätte. Man glaubte zwar nach älteren Versuchen, daß z. B. nach Durchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven keine Bildung von Magensaft mehr statt finde. Allein auch ohne alle Gegenzeugnisse hätte ein solcher Ausspruch schon Mißtrauen erwecken müssen, weil die Trennung der Continuität der beiden N. N. vagi keineswegs alle Nervenverbindung des Magens mit Gehirn und Rückenmark aufhebt. Es bleiben noch die zahlreichen zu ihm verlaufenden Fäden des sympathischen Nerven unverletzt. Ueberdies liegen aber jetzt die entschiedensten Gegenerfahrungen vor, daß sich nämlich nach der genannten Operation nicht nur die Absonderung des Magensaftes überhaupt, sondern selbst unter den diese voraussetzenden Bedingungen die saure Beschaffenheit desselben nicht einstellt. Die frühere Angabe wurde wahrscheinlich nur dadurch hervorgerufen, daß, da ohne die N. N. vagi die Bewegungen des Magens schwach vor sich gehen, in diesem Organe enthaltene Speisen weniger chymificirt gefunden werden.

Auch in Betreff des Charakters der Nerven, welche auf die Absonderungen von Einfluß sind, muß die neuere Zeit den frühern Satz, daß die grauen, dem sympathischen Nerven eigenen sogenannten organischen Primitivfasern hier nur thätig seien, zurückweisen. Allerdings ist es uns gänzlich unbekannt, welchen Nutzen diese Scheidenfortsätze, die das graue und weiche Ansehen der Nerven besitzen, haben. Anzunehmen, daß in einer Drüse, in welche Hunderte von gewöhnlichen Cerebrospinalnervenfasern eintreten, einige oft haarfeine graue Fäden den Secretionsproceß leiten, scheint allen physikalisch-physiologischen Gesetzen und Analogieen zu widerstreiten. Umgekehrt können wir eher vermuthen, daß, da alle grauen und weichen, nicht zu feinen Nervenfäden neben den Scheidenfortsätzen auch gewöhnliche mit

dem centralen Nervensysteme zusammenhängende Cerebrospinalfasern besitzen, diese allein thätig sind und nur von den Scheidenfortsätzen und mittelbar den peripherischen Nervenkörpern oder Ganglienkugeln influenzirt werden. Daß es aber an einzelnen Körperstellen Cerebrospinalfasern, und nicht nebenbei vorhandene graue Nerven sind, welche auf die Absonderung Einfluß haben, lehrt das Auge, wo nach Durchschneidung des dreigetheilten Nerven Absonderungsveränderungen erfolgen, während nach Trennung der von dem sympathischen Nerven heraufkommenden Fäden gar keine bis unbedeutendere Abweichungen an der Conjunctiva erscheinen. Sehen wir aber schon hieraus, daß, wo weiße und graue Nerven neben einander vorkommen, die Absonderungsthätigkeit keineswegs von den grauen bestimmt wird, sondern daß der Grund wahrscheinlich nur in der Menge der Cerebrospinalfasern des einen oder des andern Systems liegt, so fällt jene Theorie ganz, wenn wir an Theile, wie z. B. die Extremitäten denken, bei welchen entweder gar keine, oder gegen die übrige Masse der Nerven verschwindend wenige graue Fäden vorkommen. Wir können daher mit Bestimmtheit sagen, daß die auf die Absonderungen wirkenden Nerveneinflüsse gleich anderen Thätigkeiten durch Cerebrospinalfasern vermittelt werden, und daß wir den Nutzen, welchen ohne Zweifel die Scheidenfortsätze mit den ihnen entsprechenden peripherischen Nervenkörpern haben, experimentell noch nicht im Entferntesten kennen.

Da nun durch Einfluß des Nervensystems die Secretion vermehrt werden kann, wie z. B. die der Thränen bei dem Weinen, oder sich zu verringern vermag, wie z. B. die Milchabsonderung nach Schreck, oder eine chemisch veränderte Beschaffenheit anzunehmen im Stande ist, wie z. B. die Milch nach Gemüthsaffecten, so müssen wir diejenigen Vorstellungsweisen, welche hierüber zur Zeit möglich sind, aufsuchen. Offenbar müssen sich diese, wenn wir eben nicht bei allgemeinen Nichts sagenden Redensarten bleiben wollen, auf folgende Hauptrubriken ausdehnen.

1) Modification der Excretionsverhältnisse durch das Nervensystem. Dieser Umstand liegt am nächsten. Bei Gelegenheit der Abführung der Secretionsproducte werden wir sehen, daß wenigstens unzweifelhaft der Hauptausführungsgang und die größeren untergeordneten Gänge die Fähigkeit der peristaltischen Bewegung haben, und daß diese Irritabilität, von dem allgemeinen Gesetze nicht abweichend, unter dem leitenden Einflusse des Nervensystems steht. Denken wir uns nun, daß dieses eine energische Contraction der Drüsengänge und somit eine sehr vollständige Entleerung des Secretes erzeugt hat, so muß dieses nothwendig eine größere ergänzende Absonderungsthätigkeit schon nach rein physikalischen Verhältnissen nach sich ziehen, sobald jene Zusammenziehung nachläßt. Natürlicherweise mußte, wenn dann Contraction und Relaxation oft auf einander folgen, die Vermehrung der Absonderung, wie die der Aussonderung eintreten. Wir könnten uns so z. B. die fortwährende Thränensecretion bei dem Weinen nach rein physikalisch mechanischen Gründen vorstellen. Vielleicht daß auch hierauf ein großer Theil der die Drüsenabsonderung vermehrenden Einwirkung des Galvanismus beruht, während seine elektrochemische und reizende Kraft, wie wir z. B. an Wunden sehen, den Durchschwitzungs- und Zersetzungsproceß befördert.

2) Modification der exosmotischen und endosmotischen Strömungen durch das Nervensystem. Hierbei haben wir zwei Gebilde zu betrachten, nämlich a) die Wandungen der Capillaren und b) die der Drüsengänge.

Beide sind aus verschiedenen Fasern, die in mannigfachen bestimmten Richtungen unter einander verwebt sind, zusammengesetzt. Die Interstitien, welche so entstehen, kann man als feine Capillaren, welche eine sehr wesentliche Rolle bei der Exosmose und Endosmose spielen, ansehen. Sind unter sonst gleichen Verhältnissen diese Interstitien kleiner, so wird nach physikalischen Gesetzen die endosmotische und exosmotische Strömung langsamer, aber intensiver vor sich gehen. Umgekehrt werden bei größeren Interstitien Flüssigkeiten rascher durchdringen. Diese werden aber dann auch dichter als bei kleineren Interstitien sein können. Je nach Verschiedenheit des Contractionsgrades der Fasern werden nun auch die Interstitien verschieden ausfallen. Es werden daher nach diesen differenten Verhältnissen bald dichtere Flüssigkeiten, bald dünnere austreten, bald schneller, bald langsamer die Wandung des Gefäßes durchdringen können. Dasselbe muß auch bei den Drüsengängen der Fall sein. Man sieht aber hieraus, wie das Nervensystem scheinbar entgegengesetzte Wirkungen hervorbringen, die Secretion bald verringern, bald verstärken, bald verdünnen, bald verdicken könnte. Um hier in die Detailverhältnisse eindringen zu können, bedürften wir weder eigener Kräfte, noch eigener Gebilde, noch in viel geringerem Grade nur neu gemachter Namen für die letzteren, sonder einer möglichst genauen Forschung der Faserungsverhältnisse der Capillaren und der Drüsengänge, so wie des Verlaufes der zu den einzelnen Schichten gelangenden Nerven. Aus der gelieferten Deduction ließe sich aber z. B. zum Theil die enorme Absonderung der conjunctiva nach Durchschneidung des ersten Astes, oder des ganzen dreigetheilten Nerven erklären. Hiernach ließe sich vielleicht einsehen, warum, wenn nach Lähmung der Nierennerven noch Urinsecretion stattfindet, Proteinkörper im Harne enthalten sind u. dgl.

3) Modification der Absonderung durch unmittelbare Einwirkung auf die chemische Beschaffenheit. In dem Artikel Elektricität wird sich zeigen, daß Nervenfluidum und Elektricität zwar durchaus nicht identisch sind, daß sich aber beide in vielen Beziehungen zu einander wie Elektricität und Magnetismus zu verhalten scheinen. Wie nun elektrische Thätigkeiten chemische Zersetzungen anregen, so könnten Strömungen des Nervenfluidum dasselbe bewirken und müßten so auch auf die Beschaffenheit der Absonderungen von bestimmendem Einflusse sein. Da die dieser Vorstellung zum Grunde liegende Annahme empirisch noch nicht nachgewiesen ist, so fällt jede specielle Ausführung derselben, die auf Werth Anspruch machen könnte, zur Zeit noch gänzlich hinweg.

Daß in absondernde Drüsen motorische und sensible Nervenfasern eintreten, ist empirisch nachgewiesen. Eben so steht es fest, daß sich die Bewegungen der Drüsengänge, wenigstens der größten und wichtigsten Drüsen, unter dem Einflusse bestimmter motorischer Primitivfasern befinden. Es sind daher auf diese Art nicht bloß directe, sondern auch reflexive Contractionen der Drüsengänge möglich. Da aber die übrigen Conservationsinstincte des Körpers durch Reflexthätigkeit größtentheils bedingt werden, so läßt sich mit Recht annehmen, daß auch bei den Drüsen etwas Aehnliches stattfinde, und daß nach dem Reizungszustande der sensiblen Fasern derselben auch ein angemessener Contractilitätsgrad der Secretionskanäle, eine eigenthümliche Spannung derselben erfolge.

Eine Veranlassung zur Fortführung der Absonderungsflüssigkeit giebt die Fortdauer des Secretionsprocesses selbst. Indem sich in den blinden Enden der Drüsengänge die Masse des Secretes vermehrt, wird natürlich

hierdurch eine vis a tergo erzeugt, welche zur Fortbeförderung der schon vorhandenen Absonderungsmasse aufregt. Sind die Drüsengänge nicht strotzend gefüllt — was anderseits wieder die Absonderung verlangsamt — so bildet dieser Moment eine nur unbedeutende und um so unvollständigere Beförderung, je mehr Raum noch in den Drüsenkanälen zur Aufnahme neuen Secretes vorhanden ist. Wir sehen daher diese Kraft nur da erheblich einwirken, wo die Drüsen noch einfacher sind, wie z. B. in den mittleren und kleineren Talgdrüsen der Haut. Wie unvollkommen aber dann selbst die freilich auch hier durch den consistenteren Zustand des Secretes nicht sehr begünstigte Ausführung geschehe, lehren die bekannten Verhältnisse der Mitesser, obgleich wahrscheinlich eigene Contraction der Drüsengänge und solche der Lederhaut noch hier unterstützend wirken. Eine weit wichtigere Rolle bei der Aussonderung der Secrete spielt die Contractilität der Drüsengänge. Die Ausführungsgänge der wichtigsten und größten Drüsen, wie der Gallenausführungsgang, der Harnleiter, der Samenleiter, zeigen, sobald man dieselben unmittelbar reizt, oder ihre Nerven Irritamenten aussetzt, äußerst lebhafte peristaltische Bewegungen. Da die Hauptausführungsgänge nur unmittelbare, im Allgemeinen gleichartige Fortsetzungen der Drüsengänge sind und in beiden die analogen Fasern der Mittelhaut vorkommen, so läßt sich auch ein ähnliches Vermögen für sämmtliche Gänge einer Drüse annehmen. Ist dieses aber der Fall, so haben wir, wie man leicht sieht, durch diese Kraft ein bedeutendes Vehikel für die Fortbeförderung der Absonderungsproducte.

Die Erregung dieser Excretionscontractilität erfolgt entweder durch geistige Affection, also durch Reizung der motorischen Nerven von dem centralen Nervensysteme aus, oder durch directe Reizung der bewegenden Nervenfasern, oder durch Reflexionsthätigkeit, da, wie wir schon angeführt haben, sensible und motorische Nerven in jeder Drüse vorhanden sind. Denn die noch nicht hinreichend speciell nachweisbare Ursprungsquelle der motorischen Nervenfasern der Thränendrüse und der Hautdrüsen dürfte nicht hindern, schon jetzt die angegebenen Verhältnisse auf alle Drüsen überzutragen. Bei einzelnen Drüsen kann nun ein psychischer Einfluß die Excretion des Secretes sogleich hervorrufen, wie z. B. das Zusammenlaufen des Speichels im Munde, der Gallenerguß nach Aerger, die besonders bei nervösen und hysterischen Frauen bisweilen vorkommende Erscheinung, daß sie, sobald sie gerührt werden, Harn lassen müssen, beweisen. Bei anderen Absonderungen erregt die geistige Ursache den höchsten Grad der Spannung und materiellen Vorbereitung. Die Excretion erfolgt von selbst nicht. Aber der geringste sensible Hautreiz erzeugt durch Reflexthätigkeit eine vollständige Explosion der durch die Vorbereitung in Spannung gesetzten Zustände, wie z. B. die Verhältnisse des Samens lehren.

Sind nun die sensiblen Nerven einer Drüse gelähmt, so hören auch die Reflexionsabsonderungen auf. Fahren wir z. B. einem gesunden Menschen über die Oberfläche der Bindehaut des Auges, so entsteht Thränenfluß. Machen wir denselben Versuch bei einem Menschen oder bei einem Thiere, dessen ganzer dreigetheilter Nerv oder dessen R. ophthalmicus N. trigemini gelähmt ist, so bleibt die Thränenvermehrung aus. Bei Paralyse der motorischen oder der sensiblen und motorischen Nervenfasern müssen die Reflexbewegungen, wie die directen Bewegungen aufhören. Es bleibt daher die Aussonderung fast nur auf die eben erwähnte vis a tergo beschränkt. Zugleich vergrößern sich wahrscheinlich die Interstitien der exosmotisch durchdringbaren Gewebtheile. Es treten daher dichtere Stoffe, aber mit weniger

Intensität durch. Das Secret enthält deßhalb seine Dichtigkeit vermehrende, sonst ihm fehlende Bestandtheile des Liquor sanguinis, vorzüglich Proteinkörper. Wir sehen so z. B. nach Ertödtung der Nierennerven den Harn, wenn er noch ausgesondert wird, um Vieles sparsamer hervortreten und Eiweiß, Blutroth u. dgl. enthalten.

Wir haben bis jetzt den Absonderungsproceß nur unter der Voraussetzung, daß jedes bestimmte Drüsensecret auch gewisse allgemeine Charaktere seiner Stoffe und seiner Mischung besitze, betrachtet. Es scheinen sogar die einzelnen Absonderungen gewisse chemische Gegensätze darbieten zu wollen. Wir finden z. B. in der Galle vorzüglich kohlenstoffreiche, in dem Harne wasser- und stickstoffreiche, in dem Secrete der Talgdrüsen stickstofflose Producte vorherrschend. Stoffe des Liquor sanguinis und der Ernährungsflüssigkeit dagegen, welche im Normale zur Ernährung der Organe verwendet werden, kommen in den Secreten, wenigstens unverändert, nicht vor. Alle diese Gesetze aber können unter pathologischen Verhältnissen solche Ausnahmen erleiden, daß dadurch die sonst so charakteristische Drüsenabsonderung wiederum zu einem mehr einfachen Durchschwitzungsprocesse zurücksinkt. Am leichtesten treten zunächst Bestandtheile des Blutwassers, die sonst dem Secrete mangeln, in dasselbe ein. Wir haben schon oben den Einfluß der Nervenlähmung auf die Absonderung des Harnes, so wie die Albuminurie erwähnt. Da bei der letztern Krankheit nach Christison die Dichtigkeit des Blutes vermindert ist, so läßt sich schon aus einfachen physikalischen Gesetzen einsehen, weßhalb der Urin Eiweiß enthält. Wahrscheinlicherweise lassen aus ähnlicher Ursache schwächliche Menschen nach dem Genusse einer Mahlzeit einen mehr oder minder, doch schwach eiweißhaltigen Harn, während dieses bei gesunden und kräftigen Individuen nicht der Fall ist. Bei diesen Beispielen bleibt das Secret in seiner Drüse, wird aber in seiner chemischen Beschaffenheit umgeändert. Der Kreis der Ausnahmen ist hiermit keineswegs geschlossen. Es können sich auch Stoffe, die sich sonst nur in einem bestimmten Secrete vorfinden, an anderen Stellen des Organismus ablagern. Am leichtesten vermögen wir diese Fälle einzusehen, wenn eine Secretion stockt oder verringert ist, ihre eigenthümlichen Stoffe in das Blut zurückkehren oder in demselben bleiben, mit ihm kreisen und dann an anderen Stellen abgelagert werden. Stockt z. B. die Gallenabsonderung der Leber, so enthält das Blut verhältnißmäßig viel Gallenfarbestoff. Es bildet sich auf diese Art Gelbsucht. Der Urin, der auch im normalen Zustand Gallenfarbestoff besitzt, wird dann an diesem reicher und erscheint daher dunkelgelb bis braungrün bis braun. Entstehen wassersüchtige Ausschwitzungen, so sind sie mit Gallenfarbestoff gefärbt. Es kann sogar, wie der von Faber und Rapp beschriebene Fall beweist, die Bildung von Gallensteinen im Harne erfolgen. Eben so finden wir in wassersüchtigen Infiltrationen und Ergüssen, wo die Harnabsonderung stockt, Harnstoff und harnsaure Salze. Schon auffallender ist es, wenn Absonderungen in Organismen und Organen, die dafür nicht geeignet scheinen, zu Stande kommen, z. B. die Absonderung von Milch durch die Brustwarze eines Mannes. Noch merkwürdiger endlich stellt sich der von F. Koller beschriebene Fall dar, wo bei einem einundzwanzigjährigen Jünglinge eine 1,649% Butter, 2,031% Käsestoff, 3,150% Milchzucker, 0,278% Kochsalz, 0,074% milchsaures Natron, 0,151% schwefelsaures Kali, 0,037% schwefelsaures Natron, 0,038% kohlensauren Kalk, 0,047% kohlensauren und 0,089% phosphorsauren Talk enthaltende milchähnliche Flüssigkeit an der Hodensackhaut abgesondert wurde.

Wie nun aber die Secretionen unter pathologischen Verhältnissen dem Raume nach wechseln können, so wechseln sie schon im Normalzustande der Zeit nach. Bei allen Secreten findet eine temporäre Vermehrung der Absonderung Statt, sobald geeignete Reize einwirken. Einzelne Absonderungen, vorzüglich diejenigen, welche mit den Geschlechtsfunctionen in Beziehung stehen, treten nur zu geeigneten Zeiten überhaupt ein und vermehren sich durch specifische Reize zum Theil bedeutend, wie die Absonderungen des Samens (des Menstrualblutes), der Flüssigkeiten der Geschlechtsdrüsen, der Milch u. dgl. lehren. Es ist schon theoretisch wahrscheinlich, daß diese Secrete nicht plötzlich hervorsprossen, sondern daß der Organismus, und vorzüglich die Blutmasse hierauf sich vorbereiten. Einen guten Beleg hierfür z. B. würde, wenn sie sich bestätigte, die von Golding Bird angegebene Thatsache, daß in dem Urine von Schwangeren Milchstoffe vorkommen, liefern. Es wäre dann wahrscheinlich, daß das durch die Bildung und Ernährung des Fötus veränderte Mutterblut angeregt würde, Milchstoffe zu erzeugen, und daß diese zuerst durch den Harn und dann durch die mammae entleert würden. Auf solchen, uns freilich noch ganz unbekannten Totalcombinationen des Organismus und auf der daraus resultirenden eigenthümlichen Beschaffenheit der Blutmasse beruht wahrscheinlich die Differenz der Milch vor der Niederkunft, des laxirenden Colostrum und der spätern nährenden Milch, so wie die Thatsache, daß binnen nicht langer Zeit die Milchsecretion bei Müttern und Ammen aufhört, wenn kein Saugen stattfindet, daß sie aber sonst Jahre lang forterhalten werden kann.

Endlich können wir noch durch Medicamente die Absonderungen temporär vermehren oder vermindern. Durch Mittelsalze z. B. vergrößert sich das Quantum der Secretionen des Darmes und der Nieren. Es entsteht Diarrhöe und reichliches Uriniren. Durch Calomel vermehrt sich die Gallenabsonderung und die Secretion des Darmkanals. Durch Quecksilberpräparate überhaupt erzielen wir eine Vermehrung der Speichelbildung. Durch Säuren beschränken wir die Absonderung des Schweißes und vergrößern die des Darmes. Umgekehrt beschränken manche Metalle, wie Arsenik, Blei, die Secrete. Die inneren Ursachen der meisten dieser Wirkungen sind uns noch gänzlich unbekannt. Dr. Liebig stellte in Betreff der Wirkung der Mittelsalze die Hypothese auf, daß, da concentrirte Salzlösungen den benachbarten organischen Theilen Wasser entziehen, die Aufnahme derselben in den Magen und die Därme zuerst Durst und dann durch ihre Wasservermehrung Diarrhöe erzeugt. Gehen wir in die Vorstellung von Liebig ein, so muß die vermehrte Wassermenge den Darmschleim diluiren, so dessen Fort- und Ausführung begünstigen und befördern und zu verstärkter Secretion neuen Schleimes Veranlassung geben. Da die Salzlösung z. Thl. auch in das Blut übergeht, so erhält dieses dadurch die Neigung, aus den Organen mehr Wasser aufzunehmen, und entledigt sich dann dieses überflüssigen Wassers mit den Salzen durch die Nieren. Daher neben der Diarrhöe Vermehrung der Harnsecretion. Wie aber auf diese Art die Blutmasse durch Medicamente sich verändern kann, so vermag dasselbe durch gewisse Krankheiten in ähnlicher oder differenter Weise zu erfolgen. Es müssen sich dann auch die Absonderungen quantitativ und qualitativ umändern können, wie wir z. Thl. schon früher in einzelnen Beispielen gesehen haben, und wie die colliquativen Absonderungen, die Secrete bei Nervenfiebern, Faulfiebern, Petechien, Scorbut u. dgl. beweisen. (Ueber die Literatur s. die einzelnen Secrete.)

G. Valentin.

Atrophie.

Atrophie *) nennt man den Zustand verminderter Ernährung eines Organs oder des Organismus. Der Typus normaler Ernährung besteht in einem gewissen Gleichgewichte nutritiver An- und Rückbildung. Abnahme des plastischen, Zunahme des rückbildenden Moments im Ernährungsprocesse stört dieses Gleichgewicht.

Die Revolution, welche der Fortschritt der Physiologie in der Lehre von der Ernährung überhaupt hervorgebracht hat, muß ihre Wirkung auch auf die Ansichten über die Atrophie ausdehnen; sie verlangen eine erneute Prüfung und Umgestaltung, die im Einklange steht mit der geläuterten Kenntniß des Ernährungsprocesses; diese lehrt uns, daß alle nutritive Krystallisation außerhalb der Gefäße vor sich geht, innerhalb eines aus dem Blute durch die Gefäßwandungen hindurchtretenden Plasma's oder Cytoblastems, — daß das formelle Element dieser nutritiven Krystallisation für alle Gewebe und Gebilde die Zelle ist, — daß jede solche Zelle ein eigenthümliches individuelles Leben besitzt, kraft dessen sie einerseits sich selbst aus dem gehaltlosen Cytoblastem weiter zu entwickeln (plastische Kraft der Zelle) und anderseits die aus dem Cytoblastem angezogenen und aufgenommenen Stoffe auf ihrer innern und äußern Fläche specifisch-chemisch umzuändern (metabolische Kraft der Zelle) vermag. Was findet nun Statt, wenn ein Theil atrophisch wird? Entweder

a) die allgemeine Nahrungsflüssigkeit ist verhindert, durch jene feinsten Gefäßnetze zu kreisen, deren höchst dünne Wandungen geeignet sind, das zur Ernährung taugliche Plasma hindurchzulassen; größere, oder auch nur die capillaren Gefäße sind auf irgend eine Weise, durch Entzündung, Trennung, Verirdung, Verschrumpfung, Verwachsung obliterirt: das Organ wird trocken und saftlos, ein Zustand wahrer Tabes sicca. Auf diese Weise entstehen die meisten Atrophieen, welche den Involutionsveränderungen eigenthümlich sind. Durch Contraction, Obliteration der Gefäße bilden sich fötale Organe, wie Thymus, Nebennieren zurück, bildet sich der schwangere Uterus nach Ausschließung der Frucht, die Brustdrüse nach Entwöhnung des Kindes zurück, und gleiche Ursache hat der Rückbildungsgang der Organe im höhern Alter. Oder

b) das durch die gangbaren Gefäße zugeführte Plasma entbehrt der-

*) Es fehlt noch zu sehr an durchgreifenden Untersuchungen zu einer erschöpfenden Darstellung der physiologischen Vorgänge der Atrophie; nirgends hat die feinere pathologische Histologie weniger vorgearbeitet als hier, daher auch nur ein allgemeiner räsonirender Artikel möglich war, welchen Herr Dr. Canstatt zu übernehmen die Güte hatte. Das beste pathologisch-anatomische Material, freilich ohne Berücksichtigung der feineren Structurverhältnisse und mehr nur casuistisch, findet sich im XI. Hefte von Carswell Illustrations of the elementary forms of disease.
Anm. d. Red.

jenigen Eigenschaften, welche es geschickt machen, entwickelungs- und bildungsfähiges Materiale, Cytoblastem, den stoffbedürftigen Formelementen (Zellen, Zellenfasern) des zu ernährenden Organs zu liefern; der Nahrungssaft ist arm an Bildstoff (nicht bloß Armuth an Blut, sondern auch Armuth des Bluts!). Ein faserstoffarmes, ein mit Serum überladenes Blut (Chlorosis, Hydrämie) ist in jener zur normalen Ernährung wenig geschickten Verfassung; durch übermäßige Secretion, durch Verluste von Säften (Blutflüsse, Samenverschwendung) kann das Blut selbst, können dem Blute bildsame Bestandtheile in solcher Menge entzogen werden, daß daraus Armuth an nahrungsfähigem Stoffe erwächst. Unter solchen Verhältnissen entsteht Atrophie, welche nicht auf ein einzelnes Organ beschränkt bleibt, sondern sich über den ganzen Körper erstreckt (allgemeine Abmagerung). Oder

c) der nächste Grund der Atrophie liegt in den Bildungselementen des ergriffenen Organs selbst. Diese, nämlich die Zellen, enthalten kraft des ihnen eigenthümlichen Lebens eine der wesentlichsten Bedingungen der Ernährung; in ihnen kommt die plastische und metabolische Verwandlung des Cytoblastems zur Verwirklichung und Vollendung, sie sind die eigentlichen Attractions- und Assimilationsorgane des Bildstoffs. Werden diese mikroskopischen Organe durch Desorganisation zerstört, oder büßen sie durch Krankheit ihre autonomische Lebensthätigkeit ein, so hört alle fernere organische Krystallisation in dem betreffenden Theile auf, er wird atrophisch. Wir stoßen hier auf eine Lücke in der Geschichte der Atrophie, die wir auszufüllen uns gerne bemüht hätten, wenn uns gerade jetzt die Untersuchung atrophisch gewordener Organe oder Gewebe zu Gebote gestanden hätte. Wir meinen die Beantwortung der Frage: wie sich atrophische Gewebe im Vergleiche zu normal-ernährten unter dem Mikroskope verhalten? — Woher stammt aber nun jenes eigentliche Leben, jenes attrahirende, bildende und metamorphosirende Vermögen der Zellen und organischen Atome! Eine Frage, die die Thore ins Labyrinth der Hypothesen öffnet? Stehen die Blutkörperchen in irgend einem Verhältnisse zur Erzeugung und Erhaltung jener Zellenvitalität? R. Wagner schreibt einen Antheil davon den seitlichen Strömen des Plasma's im Blute, in welchen die Lymphkörperchen schwimmen, zu. »Sie fließen so langsam an den Rändern der Capillargefäße,« sagt er, »daß schon hierdurch das Hindurchschwitzen durch die zarten Gefäßwände erleichtert werden muß.« Abgesehen von dem den Zellen selbst immanenten und unerklärbaren Selbsterhaltungsvermögen, muß aber noch ein wichtiger Antheil an der Erhaltung ihrer nutritiven Action

d) den Nerven zuerkannt werden — eine Thatsache, für welche gerade einzelne Fälle von Atrophie den kräftigsten Beweis liefern. Nervenlähmung zieht häufig Atrophie derjenigen Theile nach sich, zu denen sich die gelähmten Nerven begeben; ja der Einfluß der Nerven auf die Ernährung kann noch weiter gehen und völliges Absterben, Sphacelus des der Innervation beraubten Theils zur Folge haben; durch Rückenmarkslähmung entsteht nicht bloß Abmagerung der untern Körperhälfte, sondern zuletzt selbst brandiger Decubitus. Je reger die Action der Nerven, desto reger der organische Stoffwechsel; ein Glied, welches zu fortdauernder Unthätigkeit verurtheilt ist, verliert an Masse und wird atrophisch, während das Gegentheil bei mäßiger Uebung stattfindet. Die Rückbildung und Atrophie des Körpers im höhern Alter findet Stilling in veränderter Reflexaction der sensitiven Nerven auf die vasomotorischen begründet. Diese verminderte Reflexion zeigt sich dadurch, daß der Puls langsamer wird und die Arterien weniger voll

sind, daß eine geringere Blutmenge in geringerer Geschwindigkeit durch die Gewebe circulirt, daß die Exosmose geringer als die Endosmose ist, daß Abmagerung und Welkheit eintritt, die Symptome des Alters, daß endlich nur die Primitivfasern übrig bleiben u. s. w. Bei Inaction der Extensoren des Unterschenkels in Contracturen des Kniegelenkes schwindet nach Stromeyer's Erfahrung die Patella; Klumpfüße sind mehrentheils auch vegetativ verkümmert; Lähmung des motorischen Gesichtsnerven hat Atrophie der betroffenen Gesichtshälfte zur Folge — lauter Thatsachen, welche von einem unzweideutigen Einflusse der Nerven auf die Ernährung zeugen, und welche Stilling auf geistreiche Weise aus einem für die normale Action der Capillargefäße und für die Ernährung nothwendigen Reflexverhältnisse zwischen den sensitiven, motorischen und vasomotorischen (organischen) Nerven eines Theils zu erklären sucht *).

Der rückbildende Act des Ernährungsprocesses besteht darin, daß die verbrauchten Theile der organisirten Materie wieder flüssig, von der Zelle abgestoßen und in den Blutstrom zurückgeführt werden, um in ihm entweder verwandelt, oder durch ihn den reinigenden Excretionsorganen übergeben zu werden. Auch der rückbildende Act des Ernährungsprocesses kann den Grund der Atrophie in sich enthalten, und sie kann entstehen:

a) aus einer krankhaft übermäßigen Neigung der organisirten Materie zur Verflüssigung (Colliquation) und
b) aus einem krankhaften Ueberwiegen der Excretionsprocesse, welche allen organischen Stoff an sich zu reißen suchen.

Je nachdem die verminderte Ernährung nun ein Resultat ist der mangelhaften Anbildung, oder überwiegender Rückbildung, hat man zwischen Atrophie im engern Sinne und Phthisis unterscheiden wollen. Da jedoch An- und Rückbildung integrirende Theile Eines physiologischen Actes sind, und sich nicht immer bestimmen läßt, welches dieser Momente und wie viel eines jeden in der Atrophie leide, so mag man wohl besser thun, diesen Unterschied fallen zu lassen. Ueberdies wendet man den Ausdruck Phthisis sprachgebräuchlicher auf das Schwinden durch Verschwärungsprocesse an.

Nach dieser Erörterung der physiologischen Bedingungen der Atrophie wird es nicht schwer werden, die Art und Weise näher zu bestimmen, wie verschiedenartige äußere und innere schädliche Einflüsse das Zustandekommen dieser Ernährungsanomalie bewirken. Nahrungsmangel, unzweckmäßige Nahrung, Störung der Verdauung, Assimilation, Chylification, Sanguification, durch Krankheiten des Digestionsapparates, Fieber, Krankheiten der Mesenterialdrüsen, der Lungen, dyskrasische Zustände hindern die Bildung eines zur Ernährung tüchtigen Plasma's. Die Gefäße können durch Druck, Entzündung, Verwachsung, Verirdung obliterirt werden; durch Druck von Geschwülsten, Aneurysmen, luxirten Knochen, durch Druck angehäufter Flüssigkeiten werden die benachbarten Organe atrophisch; im höhern Alter obliteriren die feinen Gefäßnetze, und in Folge dessen schwinden die an Blutzufuhr verarmenden Gewebe. Durch Blut-, Milch-, Samenverlust, Eiterung, Diarrhöe, Diabetes und andere Säfteverluste werden dem Körper bildsame Bestandtheile entzogen, und das deren beraubte Blut wird unfähig zur normalen Ernährung. Durch Entzündung, Ausschwitzung und andre Alteration wird der ursprüngliche Zellenbau und hiermit der innerhalb desselben stattfindende Ernährungsvorgang aufgehoben. Lähmung und deprimirend auf das Ner-

*) Ueber d. Spinalirritation. Lpz. 1840.

venſyſtem wirkende Einflüſſe, Nervenkrankheiten, organiſche Fehler der Nervencentren, Seelenſtörungen, Noſtalgie, niederdrückende Gemüthsaffecte, Kummer, Sorgen, Schmerzen und Schreck lähmen die Zellenvitalität durch verminderten Nerveneinfluß und werden Urſache ſinkender Ernährung. Auf ähnliche Weiſe wirkt die Entziehung gewohnter, ſpecifiſcher Reize, die Inaction und Functionsbeſchränkung; denn im Leben und durch das Leben erſtarkt und reproducirt ſich das vitale, organiſirende Princip. Das Schwinden durch gehemmten Nerveneinfluß findet weit raſcher Statt, wenn die lähmende Urſache direct auf die Nerven des betroffenen Theiles wirkt, als wenn ſie es von den Centralorganen aus thut. So magert ein Glied viel langſamer ab, wenn es durch ein Gehirnleiden gelähmt iſt, als wenn z. B. ein dislocirter Gelenkkopf die Nerven dieſes Gliedes comprimirt. Dabei kann Bewegung und Empfindung in dem atrophiſchen Theile fortdauern. Dyskraſiſche und allgemeine pathologiſche Zerſetzungsproceſſe hindern alle feſte Bildung und leihen der Richtung zur Verflüſſigung das Uebergewicht. Endlich kann durch Antagonismus bei vermehrter Anziehung des Bildſtoffes nach dem einen Pole des Organismus die Anziehung in dem entgegengeſetzten leiden.

Anatomiſch charakteriſiren ſich atrophiſche Gewebe und Organe durch folgende Umänderungen ihrer normalen Eigenſchaften:

1) Durch Abnahme ihres Volums. Dieſe Volumsveränderung iſt ſtetig, progreſſiv, nicht momentan und vorübergehend. Dieſer Charakter mangelt zuweilen, wenn das atrophiſche Gewebe oder Organ gleichzeitig ſich auflockert, oder wenn mit der Atrophie eines Beſtandtheils der Structur Maſſenvermehrung eines andern verbunden iſt.
2) Durch Abnahme des abſoluten Gewichts.
3) Durch Saftloſigkeit und Trockenheit des atrophiſchen Theiles.
4) Durch Obliteration und Schwinden der feineren Gefäßnetze und durch Schwinden der Nerven.
5). Durch Schwinden der parenchymatöſen Subſtanz und Undeutlichwerden der feineren Structurelemente, bis zuletzt davon nichts übrig iſt, als ein indifferentes zellſtoffartiges Reſiduum, welches kaum mehr den Namen Gewebe verdient.
6) Die Conſiſtenz der atrophiſchen Organe iſt ſich im Durchſchnitte ähnlich, indem der indifferente Zellſtoff, auf welchen ſie zurückgeführt werden, ſich ſo ziemlich aller Orten gleicht. Von dem Conſiſtenzgrade eines Organs im Normalzuſtande hängt es mehrentheils ab, ob man im Zuſtande der Atrophie ſeine Conſiſtenz vermehrt oder vermindert findet. Weiche Theile, wenn die Atrophie ſie nicht, wie Membranen, dünner und zerreißbarer macht, werden zäher; harte, wie z. B. Knochen und Knorpel, werden meiſt brüchiger und weicher.
7) Auch die Farbe der atrophiſchen Organe wird auf die des Zellſtoffs zurückgeführt; das Roth und Braun der Milz, der Nieren und Leber verwandelt ſich durch Atrophie in ein immer bleicher werdendes Grau; atrophiſche Markſubſtanz büßt ihr blendendes Weiß ein u. ſ. f.

Die Function des atrophiſchen Organs unterliegt entſprechenden Umänderungen. Sie erliſcht zum Theil, oder ganz. Die atrophiſche Nervenmaſſe wird gelähmt; da die Abſonderung nur eine nach außen tretende, überſchüſſige Ernährung iſt, ſo erliſcht nothwendig auch die Secretionsthätigkeit in atrophiſchen Drüſen. Findet man auch zuweilen in den Reſervoirs der atrophiſchen Abſonderungsorgane, z. B. in der Gallenblaſe, in den Samenbläschen eine Flüſſigkeit, welche dem Secrete ähnlich ſieht, ſo erkennt

man die Täuschung doch bald bei näherer Untersuchung des meist nur serösen oder schleimigten Fluidum, welchem die specifischen Eigenschaften — wie die eigenthümlich chemische Zusammensetzung der Galle, die belebte (zoospermenhaltige) Beschaffenheit des Samens — jener Secrete abgehen; die Pseudosecrete sind meist nur Producte der innern Schleimhaut der Behälter (Blasenschleim). Die räumliche Lücke, welche durch das Schwinden eines Organs entsteht, wird theils durch die gegenseitige Annäherung der begrenzenden Theile (Einsinken von Knochenwänden), theils durch den Absatz von rohem Bildstoffe und namentlich Serum, welches aller Orten, wo Gefäße leere Räume durchziehen, abgesetzt wird, ausgefüllt. Auch das Fett, welches man in der Umgebung atrophischer Organe findet, ist nur roher Bildstoff, und ich sehe in dieser nothwendigen Ausfüllung des leeren Raumes nichts Besonderes, was mich bestimmen könnte, dies für eine örtliche Reaction zu nehmen, wie der geistreiche Stark es will. Ascherson hat gezeigt, daß die Zellenbildung durch Berührung von Eiweiß und flüssigem Fettstoffe zu Stande kommt. Ist nun in dem Bildungssafte das Fett einer der wesentlichen zur Ernährung concurrirenden Bestandtheile, so erklärt es sich, daß bei vermindertem oder sistirtem Ernährungsprocesse eines Theils das rohe, nicht zur Zellenkrystallisation verwendete Fett in größerer Menge in dem Theile und in seiner Umgebung abgelagert wird. Daher sieht man oft das atrophische Herz mit einer dicken Lage Fett umgeben, und die krankhafte Fettverwandlung der Organe müssen wir in mancher Beziehung als nahe verwandt zur Atrophie erkennen.

Mit dem Erlöschen der Function des atrophischen Organs geht ein Glied aus der Kette der Organenharmonie verloren. In dem kranken Organismus waltet aber dasselbe Gesetz der Einheit, dieselbe Idee des Lebens, wodurch der gesunde Leib beherrscht wird. Krankheit ist zuletzt Nichts, als der physiologische Lebensproceß mit verändertem Substrate. So muß denn auch die Atrophie irgend eines Organs mehr oder weniger in der allgemeinen Statik der thierischen Oekonomie hier ein Steigen, dort ein Fallen bedingen, wodurch, soweit nicht überhaupt ein unentbehrliches Rad in dem künstlichen Mechanismus stockt oder fehlt, das der Idee des Organismus möglichst entsprechende Gleichgewicht erhalten wird. Die Leber wird atrophisch, und im Blute häuft sich das zur Gallenbildung bestimmte Hydrocarbon an. Bald wenden sich aber diese Stoffe anderen Organen, der äußern Haut, den Nieren, dem Fettgewebe zu, und bewirken durch ihren Reiz eine lebendigere (für das ausgebrannte Organ vicarirende) Thätigkeit, wodurch wenigstens in einem gewissen Maaße die zum Bestande des Lebens nothwendige Depuration des Blutes noch fortdauert. Ein Sinnesorgan wird atrophisch; in demselben Verhältnisse nimmt die Thätigkeit und Schärfe der gesunden Sinneswerkzeuge zu. Die antagonistisch in lebhaftere Action versetzten Organe gewinnen oft an Masse in dem Maaße, in welchem das atrophische verarmt. Wie unverkennbar aber auch das Streben der Organe sei, Ersatz zu leisten für das voreilig aus ihrer Mitte abgeschiedene, so hat dies doch seine Gränze, und betrifft die Atrophie einen der wesentlichsten Lebensfactoren, so lassen auch die Rückwirkungen dieser Störungen auf das Gesammtgetriebe der Functionen nicht auf sich warten. Steht das atrophisch gewordene Organ in unmittelbarer Beziehung zur Blutbildung oder Blutreinigung, so ist auch eine von der Norm abweichende Blutmischung und dadurch Dyskrasie, allgemeine Abmagerung, endlich immer weiter greifende Entmischung und Zersetzung, hektisches Fieber die nächste Folge seiner Verödung. Betrifft

die Atrophie einen wichtigen Centraltheil des Nervensystems, so leidet darunter nicht nur Animalität und Vegetation derjenigen Theile, welche von ihm mit Nerven versehen werden; die Thätigkeit der unverletzten Nervencentra wird antagonistisch mehr, als mit der Reproduction ihrer Kraft verträglich ist, in Anspruch genommen, überreizt und erschöpft; so bleibt z. B. die Atrophie der Cauda equina nicht auf diese beschränkt, sondern die Lähmung schreitet allmälig nach aufwärts auf den übrigen Tractus des Rückenmarkes fort.

Weder alle Systeme, noch alle Organe sind auf gleiche Weise zur Atrophie geneigt. Die einen haben mehr nutritive Tenacität als die anderen. Die weichsten Organe sind am meisten zum Schwinden disponirt: wahrscheinlich, weil sie einestheils aus den feinsten, daher auch leicht obliterirenden Gefäßnetzen zusammengesetzt sind, anderntheils, weil eben ihrer Weichheit wegen Druck leicht ihre Expansion hindert; so das Zell-, Fettgewebe und die drüsigen Organe. In Knochen, Nerven, Muskeln ist die Anlage zur Atrophie geringer. Sind vielleicht Systeme, deren Element die Faser (die zur Faser verwandelte Zelle) ist, überhaupt weniger dem Schwinden ausgesetzt, als die Systeme mit bleibender Zellenstructur? Nerven schwinden besonders, wenn sie unthätig werden. Die größere Frequenz der Atrophieen im Greisenalter hängt mit dem allgemeinen Sinken der Reproduction und mit dem Fortschreiten der Obliteration des Capillarnetzes zusammen. Organe, welche in der Akme ihrer Blüthe stehen, sind auch am meisten in Gefahr, durch Excesse der Thätigkeit überreizt zu werden und alsdann der Atrophie anheimzufallen, wie die Erfahrung dies vom Gehirne im Alter der Geistesentwickelung, vom Rückenmarke in der Periode höchster sexueller Thätigkeit lehrt.

Ein deutlicheres Bild der Atrophie wird sich aus der Untersuchung, wie sie sich in den einzelnen Geweben und Organen darstellt, ergeben.

Das Zellgewebe verliert zuerst seinen Turgor; der dasselbe aufschwellende seröse Dunst verschwindet, es wird saftlos, zäher und trocken: die vertrockneten Fasern nähern sich, bilden immer mehr zusammenschrumpfendes, dichter werdendes bandartiges Gewebe, welches zuletzt nur kleine trockene, häutige Schichten von einem trüben, undurchsichtigen Weiß darstellt. Der Collapsus des Zell- und Fettgewebes ist das wesentliche Phänomen der allgemeinen Abmagerung, wie sie in acuten Krankheiten, Fiebern, durch Säfteverlust u. s. w. stattfindet. Diese Abmagerung verdient jedoch nicht schon den Namen der Atrophie: nicht das Gewebe selbst erleidet hier eine Massenabnahme, sondern die innerhalb des Zellengewebes abgelagerten und dieses expandirenden Secrete des serösen Dunstes und des Fettes. Ohnmacht, Frost, Fieberschauer können plötzlich die Expansion des Zelldunstes beschränken und einen solchen vorübergehenden Collapsus des Zellgewebes bedingen.

Wie das Zellgewebe die Grundlage der meisten zusammengesetzten Gewebe bildet, so wiederholen sich auch in ihrem Schwinden die Veränderungen, welche die Atrophie des Zellgewebes charakterisiren. Das mucöse, cutane System, die Gefäßhäute büßen ihre Geschmeidigkeit und ihre Elasticität ein, schrumpfen zusammen, werden trocken und nicht bloß zäher, sondern selbst brüchiger, so daß atrophische Gebilde (nicht bloß ihrer dünnern Beschaffenheit wegen) mehr als andere zur Zerreißung geneigt sind.

Schleimhäute werden durch den Schwindproceß verdünnt: wahrscheinlich veröden auch die Schleimbälge, was der feinern pathologischen

Anatomie noch zu ermitteln bleibt. Ihre Atrophie hat Veränderung in der Capacität der von ihnen gebildeten Höhlungen zur Folge.

Die äußere Haut wird trocken, rauh, schuppig; ihre absondernde Thätigkeit erlischt und hiermit zugleich die rege Reproduction der Epidermoidalgewebe; die Haare fallen aus, die Oberhaut schilfert sich ab. Die ihres Turgors und ihrer Elasticität beraubte Cutis hängt schlaff auf den unterliegenden Theilen und runzelt sich. Bei Negern hört mit der theilweisen Obliteration des Malpighischen Netzes stellenweise die Absonderung des Pigments auf, und die schwarze Hautfarbe verwandelt sich in gelb.

In den Haaren schwindet die aus Pigmentkörnchen bestehende Marksubstanz und wahrscheinlich auch der Haarbalg. Indem die Pigmentzellen zuerst am entferntesten von der Haarwurzel schwinden, beginnt das Grauwerden von der Spitze des Haares und setzt sich bis zur Matrix fort.

In den Gefäßen scheint vorzüglich das elastische Gewebe zu schwinden, der zurückbleibende indifferente Zellstoff trägt nichts zur Erhaltung des Lumens bei, und das Blut weicht vor den collabirten reactionslosen Kanälen immer mehr zurück; die feinsten Netze obliteriren, und zuletzt bleiben nur bandartige Streifen davon zurück. Demselben Processe sind die Gefäße, auch wenn sie nicht die primär leidenden Theile sind, in jedem atrophisch werdenden Organe unterworfen. Durch das Zurückdrängen des Blutes aus den verödenden Haargefäßen entstehen nicht selten bei Atrophie blutreicher Organe (der Leber, Lungen) Blutanhäufungen in dem noch wegsamen Theile des Gefäßsystems.

Auch die Muskelfaser wird durch Atrophie blaß und verwandelt sich in die einfache Zellstofffaser; ich zweifle nicht, daß sie ihr eigenthümliches mikroskopisches spiralförmiges Ansehen verliert. Zugleich schwindet die Gesammtmasse des Muskels, sein Zellstoff, sein Fett.

Das Herz nimmt sehr oft an allgemeiner Atrophie, z. B. bei Phthisikern, Theil und wird in ein graues, gelbes oder weißes, dünnes und brüchiges Gewebe verwandelt.

Auch über die Veränderungen der atrophischen Nervenmasse fehlen uns noch die feineren Untersuchungen. Das atrophische Gehirn wird trockener, dichter und soll nach Lobstein an specifischem Gewichte verlieren. Meist ist die Farbe grauer als im natürlichen Zustande. Atrophische Nerven sind dünner, platter, werden endlich grau, etwas durchsichtig, hornartig, schlaff. Zuletzt scheint nur das Neurilem übrig zu bleiben. Wie sich die Primitivfasern verhalten, muß das Mikroskop lehren, und J. Müller erinnert, wie wünschenswerth genaue mikrometrische Messungen über den Durchmesser der Muskel- und Nervenfasern in verschiedenen Altern, über den Durchmesser der Nervenfasern in der Atrophie der Nerven, z. B. in der cauda equina bei tabes dorsualis, wären*). In atrophischen Organen hält das Schwinden der Nervenzweige nicht immer gleichen Schritt mit dem Schwinden der Gesammtmasse (Desmoulins, Lobstein); die Nerven behalten oft ihr gewöhnliches Volumen, wiewohl ich es nicht für entschieden halte, ob diese Unveränderlichkeit des Volums nicht bloß scheinbar ist und mehr auf Rechnung des Neurilems als der Marksubstanz kommt.

Es giebt Systeme und Organe, in welchen bloß einer oder der andere Bestandtheil schwindet; zu diesen gehören die Knochen, und daher stellt sich die Atrophie in ihnen in doppelter Weise dar: entweder hört der Absatz der

*) Handb. d. Physiol. Bd. I. S. 362.

Gallerte auf; die zurückbleibende Knochenerde bildet dann ein dünnes, leichtes, aufgelockertes, poröses oder hohles, zerbrechliches Gewebe; die Medullarsubstanz wird aufgesaugt und läßt die leeren Räume zurück; platte Knochen, wie die Schädelknochen, werden dünn wie Pergament und durchsichtig; oder der Absatz von erdigen Theilen mangelt, und es entsteht Knochenerweichung, die in gewisser Hinsicht hierher gerechnet werden muß.

Auch die schwindenden Drüsen lassen meist nichts als ihr zellstoffiges Lagergewebe zurück. Thymus und Nebennieren schwinden ganz aus der Reihe der Organe. Von den Brustdrüsen bleibt nichts übrig, als ein zuweilen fetthaltiges, zähes Zellgewebe; oft entdeckt man gar keine Spur mehr davon. Gleiches gilt von den Speicheldrüsen, vom Pancreas. Die Leber wird trocken, zäh wie Leder, grau, ihres gewöhnlich porösen Ansehens beraubt und ist von weißen, sehnigten Linien, den obliterirten Blut- und Gallengefäßen, durchzogen. Die sogenannte Cirrhose der Leber zur Atrophie zu zählen, wie Andral es thut, welcher sie für Atrophie der rothen und Hypertrophie der weißen Substanz erklärt, scheint gewagt, und ich glaube, daß hier eine Verwechselung von zwei verschiedenen Zuständen stattfindet. Die Acini der Leber sind in der Cirrhose vergrößert und allem Anscheine nach (sie sind orangefarben, weich) entartet.

Das Gewebe der atrophischen Lungen wird rarificirt: die kleinen Lungenbläschen fließen durch das Schwinden der Zwischensubstanz ineinander, und es bleiben nur die größeren Bronchialendigungen übrig. Die so veränderte Lunge wird specifisch leichter und fühlt sich wie Fadengewebe an. Die Zellen haben ihre runde Form verloren, und die Durchschnittsfläche stellt ein zerrissenes Netz dar, dessen Fetzen unregelmäßig in eben so unregelmäßige Räume hineinhängen. Das so veränderte Lungengewebe hat viele Aehnlichkeit mit dem Lungengewebe der Schildkröten.

Die Milz verschrumpft zu einem blassen, saftlosen, lederartig zähen, oft harten, hornartigen Gewebe. Die Nieren werden durch Atrophie blaß und welk. Der Hode wird durch Atrophie zuerst weicher und kleiner, er schrumpft bis zum Umfange einer Bohne oder Erbse zusammen, wird dann hart und unempfindlich und kann endlich ganz verschwinden. Die schwammigen Körper der männlichen Ruthe erleiden durch das Schwinden ähnliche Veränderungen, wie die Lungen. Ihre Zellen werden breiter und die kleinen membranösen Wände dünner und schwächer (Ribes). Eierstöcke und Gebärmutter werden membranös und in schlaffen Zellstoff verwandelt.

Canstatt.

Auffaugung.

Unter Auffaugung, Einfaugung, Reforption, Abforption verfteht man den Uebergang oder die Aufnahme von Subftanzen, welche außerhalb des Gefäßfyftems fich befinden, in die Gefäße des Organismus.

I. Erfcheinungen der Reforption.

Der Stoffwechfel im thierifchen Körper, den das Blut im weiteften Umfange des Wortes vermittelt, macht es nothwendig, daß die Subftanzen, welche eine Zeitlang zur Zufammenfetzung des thierifchen Leibes gedient haben, wieder in das Blut gelangen, um ausgefchieden zu werden, während auf der andern Seite die Verlufte durch Aufnahme von frifchem Bildungsmaterial gedeckt werden müffen. Durch den Hergang, den wir Auffaugung nennen, können alfo das Colliquament der feften Theile und die Materie, welche durch den Digeftionsproceß aus den Nahrungsmitteln ausgefchieden wird, dem Blute zugeführt werden. Sie dient indeffen nicht bloß zu dem angegebenen Zwecke, fondern es wird auch nur allein durch diefelbe möglich, daß Producte krankhafter Thätigkeit aus dem Innern des Körpers entfernt werden, und daß man Arzneimittel zur Befeitigung abnormer Erfcheinungen dem Organismus einverleiben kann.

Unter normalen Verhältniffen wird freilich nur von den im Organismus fich bildenden Flüffigkeiten die Lymphe aufgenommen; es find jedoch Erfahrungen genug vorhanden, wo auch andere Flüffigkeiten in den Gefäßen unzweideutig wiedererkannt wurden, oder unter Bedingungen in Secretionen oder als Abfonderungen vorkamen, daß fie nur aus dem Blute dahin gelangt fein konnten. So finden wir in den Verfuchen, welche Brodie und Tiedemann mit Unterbindung des Gallenganges machten, die Beobachtung, daß die Lymphe der lymphatifchen Gefäße gelb gefärbt war, und die gelbe Farbe der conjunctiva wies nach, daß der Farbeftoff der Galle auch im Blute verbreitet fein mußte. Und wer will an der Aufnahme der Galle ins Blut zweifeln, wenn er bei Menfchen wegen gehinderter Ab- und Ausfcheidung, oder wegen zu reichlicher Secretion der Galle die ganze Haut intenfiv gelb gefärbt findet? Bei verhinderter Ausfcheidung des Harnes follen die Beftandtheile deffelben im Blute nachgewiefen fein; man will fie in dem Geruche der Hautausdünftung, felbft in erbrochenen Maffen durch Reagentien nachgewiefen haben. So muß nach Unterbrechung der Lactation auch die Milch wieder in die Gefäße gelangen können, da fie nicht vollftändig ausgefchieden werden kann, und wenn wir nicht direct nachweifen können, daß die Secretionsftoffe der übrigen Drüfen, der Schleim- und feröfen Häute in beftimmten Fällen aufgenommen find, fo muß es nach den angegebenen Erfahrungen doch behauptet werden. Ja bei den feröfen Häuten

und Synovialsäcken wird die Annahme für jeden Erforderniß, der nicht die Synovia und die Flüssigkeiten, welche seröse Oberflächen schlüpfrig erhalten, für ein stabiles Absonderungsproduct ansehen will.

Selbst die Producte krankhafter Thätigkeit im Organismus sind aber oft genug in den Gefäßen wahrgenommen worden. Von dem Serum, welches in Wassersuchten das Zellgewebe und die Höhlen füllt, ist wohl nie bezweifelt, daß es unter allen Formen wieder in die Blutmasse gelangen und den Ausscheidungswegen zugeführt werden kann; eben so wenig wird Jemand läugnen, daß Blutextravasate, nachdem sie einen bestimmten Kreis von Metamorphosen durchlaufen haben, durch das Gefäßsystem von den verschiedensten Stellen des Körpers, von der Oberfläche und dem Innern der Organe wieder weggenommen und fortgeführt werden, und wer es in Abrede stellen wollte, daß der überschüssige Callus bei Heilung von Knochenbrüchen durch die Gefäße entfernt werde, würde ein Grundphänomen des Lebens, die Ernährung selbst, läugnen müssen. Am längsten hat man sich der Aufnahme von Eiter, Jauche, zerflossener Tuberkel- und Encephaloidenmasse widersetzt, und nur erst in der neuesten Zeit sie allgemeiner angenommen. Am besten überzeugt man sich davon bei großen Eiterungen, und namentlich bei Sectionen an der metritis puerperalis verstorbener Frauen. Man findet den Eiter in den Blut- und Lymphgefäßen, wenn auch in letzteren seltener. Namentlich haben wir selbst mehremals Eiter in Lymphgefäßen des Schenkels bei phlegmasia alba dolens gefunden, und bei großen Abscessen an den Schenkeln ist auch Eiter von Anderen wahrgenommen worden in den genannten Gefäßen. Eine Aufnahme von Eiter wird ferner erwiesen durch die Bildung secundärer Abscesse in der Lunge, in anderen Fällen in der Leber, und sie steht als eine Thatsache nunmehr fest.

Wie die Materien, welche sich nothwendig oder zufällig in dem Organismus erzeugen, ohne Unterschied in den Gefäßen getroffen werden, und wie sich oft an ihre Aufnahme die Vernichtung der Organisation knüpft, so werden auch fremde Materien, gleichviel, ob sie den Lebensproceß unterhalten oder zerstören, in die Gefäße aufgenommen. Man hat zwar häufig das Gegentheil behauptet, und ausgezeichnete Physiologen, wie Bichat, behaupteten, daß unter normalen Verhältnissen bloß die dem Organismus dienlichen Substanzen aufgenommen würden, und durch die Ansicht wurde, was die Kenntniß über die Wirkung der Arzneimittel betrifft, unendlich geschadet.

Das Factum, welches zu der angeführten Meinung Veranlassung gegeben hat, ist das alleinige Erscheinen des Chylus nach der Verdauung in den Lymphgefäßen des Darmes. Da mit den Nahrungsmitteln eine Menge Substanzen in den Darmkanal eingeführt werden, so konnte man leicht auf die Idee kommen, bei einer oberflächlichen Untersuchung, es werde nur der Chylus aus diesen Substanzen aufgenommen. Sehr gewöhnliche Erscheinungen hätten diese Ansicht längst als grundlos erwiesen, wären sie gehörig gewürdigt worden. Bei allen Thieren werden mit den Nahrungsmitteln eine Menge Substanzen aufgenommen, die zur Existenz keineswegs erforderlich sind. Wenn sich die Drosseln von Kreuzdornbeeren nähren, verursacht ihr Fleisch Diarrhöe; das Fleisch der Gänse wird thranig, wenn sie mit Fischen gefüttert sind; das der Hunde auf den Südseeinseln verliert den unangenehmen Geschmack, weil sie mit Weizen gefüttert werden. Es ändert sich mitunter die Farbe der Federn und Haare nach der Nahrung. Durch Fischnahrung bekommen die weißen Federn der Enten eine Aurorafarbe, die sich bei anderer Nahrung wieder verliert. Stieglitze bekommen vom Hanfsamen eine

dunklere Farbe; Zobel werden in Tannenwäldern schwarz, in Pappelwäldern bläulich.

Viele Substanzen, welche als Arzneimittel gegeben werden, oder als Gifte gebraucht wurden, finden sich in festen Theilen wieder abgelagert. Färberröthe theilt sich den Knochen mit; salpetersaures Silberoxyd färbt die ganze Haut schwarz oder graulich; blausaures Kali hat man durch Reagentien, nach Westrumb, in den Nieren, serösen Häuten, Schleimhäuten und Speicheldrüsen gefunden; Quecksilber wurde in den Knochen, und Arsenik in vielen Theilen, in der neuesten Zeit sogar mit forensischer Evidenz nachgewiesen — gewiß lauter Substanzen, welche nach Bichat's Meinung nicht in die Gefäße gehören. Bei Analysen der Absonderungen zeigt es sich, daß fremde Substanzen in noch viel größerer Ausdehnung in die Blutmasse gelangen. In der Milch der Kühe hat man die Riechstoffe von Lauch, Zwiebeln und Knoblauch, den Farbestoff der Färberröthe nach einem oder mehren Tagen gefunden, wenn die Thiere damit gefüttert waren. Eine große Anzahl von Riech- und Farbestoffen und Salzen fand man im Harne wieder. Gase und flüchtige Stoffe wurden durch die Lunge und Haut ausgeschieden, wenn sie an irgend einer Stelle in den Organismus gebracht waren.

Auch die Substanzen, durch welche die das Thierreich so eigenthümlich auszeichnenden Eigenschaften der Muskeln und Nerven in der kürzesten Zeit vernichtet werden, gelangen in die Gefäße und das Blut. Wenn man früher annahm, daß die narkotischen Arzneimittel, wie Blausäure, Strychnin und Morphium, und die verwandten Alkaloide dadurch ihre giftigen Eigenschaften entfalteten, daß ihre Wirkung sich einem elektrischen Strome gleich über das ganze Nervensystem verbreitete, so läßt sich nachweisen, daß sie nur vom Blute aus ihre Wirkung entfalten. Upas tieute und antiar, Blausäure, Strychnin und Opium sind von Orfila und Müller auf Nerven angewandt, und die örtliche Application dieser Gifte brachte auch nur eine örtliche Wirkung auf die Nerven hervor. Ich selbst habe mit fast völlig wasserfreier Blausäure Versuche angestellt. Die Blausäure war so stark, daß ein Tropfen, auf die conjunctiva des Auges eines Kaninchens gebracht, den Tod in 15 Secunden bewirkte. Auf den bloßgelegten nervus ischiadicus eines andern Thieres der Art, unter den ein Stück Kartenblatt geschoben war, wurde dieselbe Blausäure, die eine Stunde vorher bereitet und bis zum Versuche in Schnee aufbewahrt war, angewandt, der Nerv wiederholt damit in Berührung gebracht, allein völlig erfolglos. Mit Strychnin wurden ähnliche Versuche mit gleichem Resultate an Fröschen angestellt.

Zunächst entsteht nun die Frage: durch welche Organe gelangen die Stoffe in die Gefäße? A priori sind drei Ansichten möglich: man nimmt an, die Venen saugen auf, oder man läßt die Lymphgefäße die Auffaugung vollbringen, oder aber die Lymphgefäße und die Venen saugen ein.

Alle diese Meinungen sind vorgekommen. Die älteste Ansicht ertheilte die Function der Auffaugung den Venen, da die Lymphgefäße erst später bekannt wurden. Als die Lymphgefäße durch die Untersuchung von Eustach, Aselli, Vesling, Rudbeck und Bartholin aufgefunden und durch die Arbeiten von Fr. Meckel, Alex. Monro, W. Hunter und vorzugsweise Cruikshank's und Mascagni's als allgemein im Körper verbreitet nachgewiesen wurden, glaubte man, die Einsaugung hänge von diesem Gefäßsysteme lediglich und allein ab, und nannte es daher auch das einsaugende System. Es war indessen zu allen Zeiten schwer, die Phänomene der

Aufsaugung von den Lymphgefäßen völlig abhängig zu machen, weil man, trotz der eifrigsten Forschung, in manchen Theilen keine Lymphgefäße auffinden konnte. In der placenta ist die Aufsaugung sehr lebhaft, aber es sind keine Lymphgefäße darin; eben so ist es mit den Knochen. Man hat ferner die Lymphgefäße nicht bei wirbellosen Thieren nachgewiesen, aber eine Aufsaugung. Daher räumt auch Prochaska eben so wie Autenrieth eine Venenaufsaugung, wenn auch in beschränktem Grade, ein. Mit dem Auftreten Magendie's beginnt eine ganz neue Periode für diese Lehre, und so lange von Resorption gesprochen wird, werden auch die Verdienste dieses Physiologen darum anerkannt werden. Magendie nämlich sucht nachzuweisen, daß die Venen in weit größerm Maaße Einsaugungsvermögen besitzen, ja, er ist geneigt, den Lymphgefäßen mit Ausnahme der Darmlymphgefäße das Resorptionsvermögen ganz abzusprechen. Das entschiedene Auftreten dieses Mannes und die wirklich schlagenden Versuche desselben brachten eine Thätigkeit unter die Physiologen, wie sie kaum bei einer andern physiologischen Frage jemals geherrscht hat. In Frankreich waren es hauptsächlich Flandrin, Delille, Segalas, Fodéra und später Dutrochet, in England Brodie, Monro, Home, Lawrence und Coates, in Deutschland Tiedemann und Gmelin, Seiler und Ficinus, Emmert, Mayer, Westrumb, J. Müller und in America die Med. Academy of Philadelphia, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigten. Die Resultate, welche durch die Anstrengungen dieser Männer gewonnen wurden, sind nun, daß die Lymphgefäße sowohl, als auch die Blutgefäße einsaugen, und sie gehören zu den am besten erwiesenen Thatsachen in der Physiologie.

Was zuerst die Lymphgefäße anlangt, so ist ihre Fähigkeit, Stoffe aufzunehmen, am Darmkanale durchaus nicht in Zweifel zu ziehen. Man findet nach der Verdauung oder während derselben den Chylus darin, eine Flüssigkeit, die offenbar von der Auflösung und Veränderung der aufgenommenen Nahrungsmittel herrührt. Sie enthält Zucker bei vegetabilischer zucker- oder amylumhaltiger Nahrung, Fett bei Aufnahme vielen Fettes, mehr Eiweiß bei Fleisch und thierischer Nahrung überhaupt.

Die Resorption der Lymphgefäße im übrigen Körper hat Magendie bezweifelt, indem er die Lymphe von einer Verbindung der lymphatischen Gefäße mit den Arterien in denselben ableitet, das Anschwellen der Lymphdrüsen bei syphilitischen Affectionen, beim Leichenmiasma, die Wirkung der Quecksilbereinreibung bei Entzündung der Lymphgefäße und ihrer Drüsen um deßwillen nicht als Erscheinungen einer lymphatischen Resorption betrachten will, weil Tripper- und Chankermaterie, Quecksilber u. s. w. nicht in den Lymphgefäßen nachgewiesen wären.

Eine Verbindung der Arterien mit den Lymphgefäßen ist indessen mehr als problematisch, und das Vorkommen der Lymphe in diesen Gefäßen beweis't ihre Resorptionsfähigkeit hier eben so sicher, wie das Vorkommen des Chylus nach der Verdauung in den Lymphgefäßen des Darmkanales.

Allein nicht alle Stoffe werden von den Lymphgefäßen aufgenommen. So viel man sich auch Mühe gab, durch Versuche und Beobachtung das lymphatische System als das allein einsaugende hinzustellen, so wollten doch weder die Versuche gelingen, noch die Beobachtung sich fügen. J. Hunter wollte zwar Farbestoffe in den Lymphgefäßen des Darmkanales, so wie auch in denen, welche vom peritonaeum und der pleura kommen, gesehen haben, Magendie dagegen und Flandrin, so wie Herbert Mayo stellten die Thatsache in Abrede. Magendie will die hier einschlagenden

Versuche mehr als 150mal mit Dupuytren wiederholt haben, ohne ein einziges Mal Hunter beipflichten zu können. Mayer, Tiedemann und Gmelin haben dieses exclusive Resultat nicht erhalten, sondern die Letzteren fanden, daß mitunter schwefelsaures Kali und blausaures Kali in die Lymphgefäße überging, aber nur schwierig und lange nachher, als man es schon in den Blutgefäßen gefunden hatte. Magendie hat im Grunde dieselbe Erfahrung gemacht. Er sagt: »Im dünnen Darme werden alle Flüssigkeiten, mit Ausnahme des Chylus, von den zum Theil aus Venenzweigen bestehenden Darmzotten eingesaugt. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man der Einsaugung fähige riechende oder schmeckende Substanzen in diesen Darm bringt. Von dem Augenblicke an, wo die Einsaugung beginnt, bis sie vollendet ist, erkennt man die Eigenschaften dieser Substanzen in dem Blute der Pfortaderzweige, während man sie in der Lymphe erst erkennt, wenn die Einsaugung derselben schon ziemlich lange Zeit gedauert hat.« Freilich erklärt er die Anwesenheit dieser Substanzen im ductus thoracicus aus der hypothetischen Verbindung der Arterien mit den Lymphgefäßen, was als unstatthaft erscheinen muß *).

Eine besondere Stütze für die Lymphresorption findet Prochaska darin, daß das Viperngift, das indianische Pfeilgift, der Speichel wuthkranker Hunde in Wunden und im Blute sehr verderbliche Wirkungen äußern, dagegen im Darmkanale ohne Nachtheile aufgenommen werden, indem er glaubt, daß dieselben hier in das Lymphgefäßsystem gelangen und vor ihrer Vermischung mit dem Blute daselbst assimilirt werden. Er meint ferner, Weingeist, Mineralsäuren, Alaun, Vitriol, destillirter Essig, Bleizucker, ja sogar Talg, Milch, Oel und Luft brächten eingespritzt in die Blutgefäße in den meisten Fällen den Tod hervor, und daher könnten diese Stoffe nie unmittelbar in das Blut gelangen, sondern müßten von den Lymphgefäßen aufgenommen und vor ihrer Vermischung mit dem Blute verändert werden. Weder die eine, noch die andere Erfahrung spricht für eine alleinige Resorption durch die Lymphgefäße.

Es ist zwar wahr, daß manche Gifte vom Darmkanal aus unwirksam sind, während sie in Wunden den Tod sehr schnell hervorbringen. Wer hat indessen den Beweis dafür geliefert, daß sie assimilirt werden? Können sie nicht eben so gut durch den Darmkanal hindurchgehen, ohne aufgenommen zu werden? Nach den bisherigen Erfahrungen über die Wirkung der Gifte muß das Letztere sogar wahrscheinlicher sein; denn wir kennen kein Gift, das sich ähnlich verhielte, und die genannten gelangen durch verletzte Gefäße ins Blut, nicht durch Resorption, im Falle sie giftig wirken. Ich habe indessen eine sehr interessante Thatsache in der neuesten Zeit kennen gelernt, die auf die Möglichkeit einer Assimilation giftiger Substanzen unzweideutig hinweis't. Durch Versuche, die ich mit Herrn Professor Bunsen anstellte, lernte ich organische Verbindungen des Arseniks kennen, die nicht giftig wirken. Es sind die von Bunsen entdeckten Kakodylverbindungen, die Kakodylsäure $C_4 H_{12} As_2 . O_4 + H_2 O$ und schwefelsaures Kakoplatyloxyd $(H_2 O, PtO, C_4 H_{12} As_2 O) SO_3$. Beide lösen sich sehr leicht in Wasser. Einem Kaninchen spritzte ich 4 Gr. Kakodylsäure mit viel Wasser in die Lunge, es lebte 7 Tage ohne Krankheitssymptom und starb am 10. Tage an einer Lungenentzündung. Einem andern gab ich sieben Gran in den Magen ohne alle Wirkung; einem dritten spritzte ich mit gleichem Erfolge 7 Gr. in eine Jugularvene. Von der Platinverbindung erhielt ein Kanin-

*) Physiologie übersetzt von Heusinger. Bd. II. S. 224.

chen acht Gran in den Magen ohne eine Spur einer Wirkung. Kann nun aber der Arsenik in organischen Verbindungen seine giftigen Eigenschaften verlieren, so darf man von anderen giftigen Substanzen dasselbe vermuthen und darf auch wohl den Schluß sich erlauben, daß solche Verbindungen im lebenden Körper erzeugt werden können. Allein es bleibt dann immer wahrscheinlicher, daß sie im Verdauungskanale durch die Einwirkung der Digestionssäfte erzeugt werden, als daß sie in der Leber die nöthige Veränderung erfahren, was man auch angenommen hat. Am unwahrscheinlichsten ist aber die Umwandlung einer giftigen Verbindung in den Lymphgefäßen, weil sie hier direct durch das Blut geschehen müßte, wogegen gerade die Wirkung der unmittelbaren Vermischung mit dem Blute spricht.

Was die nachtheilige Wirkung der unmittelbar in das Blut eingespritzten Substanzen anlangt, so ist leicht einzusehen, daß man die Injection der unschädlichsten Dinge so anstellen kann, daß der Tod die Folge davon sein muß. Die Menge der Substanzen, welche man einspritzt, die Schnelligkeit, womit es geschieht, die Vene, durch welche es geschieht, dieses Alles hat Einfluß, und sehr schädlich wirkende Stoffe lassen sich ungestraft auch durch Veneninjection dem Organismus mittheilen.

Es spricht auch ein Umstand sehr dagegen, daß die Lymphgefäße fremde Stoffe führen. Wenn nämlich wirklich fremde Materien in dieselbe gelangen, so entsteht gemeiniglich Entzündung derselben. Bei syphilitischen Affectionen entsteht Entzündung der Leistendrüsen und es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß sie durch das syphilitische Gift hervorgerufen wird. Gewiß eben so häufig gelangt derselbe Stoff in die Blutgefäße, ohne ähnliche oder gleiche Wirkung zu haben; denn bei der Ulceration müssen Blutgefäße wie Lymphgefäße dem Eindringen fremder Substanzen geöffnet werden. Ein Gleiches ist mit dem Leichengifte der Fall; dringt es in eine Wunde ein, so kommt es eben sogut in Lymph- wie in Blutgefäße; die ersteren schwellen an, die letzteren nicht, die ersteren entzünden sich, die letzteren nicht.

Die Versuche und Erfahrungen sind der Art, daß das Aufsaugungsvermögen der Lymphgefäße nicht in Zweifel gezogen werden kann. Es kommen aber auch Stoffe ins Blut mit Vermeidung des lymphatischen Gefäßsystems.

Diese Substanzen werden durch die Venen aufgenommen, oder richtiger, sie gelangen in das Capillargefäßsystem und erscheinen nach dem Laufe des Blutes natürlich zuerst in den Venen wieder.

Man hat sehr viel Werth auf anatomische Thatsachen bei der Entscheidung der Frage über die Venenresorption gelegt; bei allen wirbellosen Thiere kommen, so weit die jetzigen Untersuchungen reichen, keine Lymphgefäße vor, und die Resorption ist dabei ziemlich lebendig, hauptsächlich bei den Molluskeu, an welchen Jacobson Versuche anstellte. Blausaures Eisenkali wurde bei Schnecken von der Oberfläche des Körpers sehr schnell eingezogen und aus dem Blute durch Lungen, Nieren, vorzüglich durch die Leber ausgeschieden, zum Theil auch in festen Gebilden wieder abgesetzt. In manchen Geweben höherer Thiere hat man auch keine Lymphgefäße gefunden, wo oft Resorptionsphänomene in sehr ausgedehntem Maaße vorkommen, wie in den Knochen und im Auge. In Embryonen existiren im Anfange keine Lymphgefäße, eben so im Mutterkuchen. Ohne indessen weitere Gründe für die Behauptung einer Venenresorption zu haben, müßte dieselbe geläugnet werden; in Geweben, wo man keine Lymphgefäße gefunden hat, können dieselben doch existiren, und wenn bei Embryonen und wir-

bellosen Thieren wirklich die Venenresorption außer allem Zweifel ist, so ist sie noch nicht nachgewiesen bei Thieren, wo Lymphgefäße sich vorfinden.

Auf eine anatomische Thatsache ist indessen großer Werth zu legen. Es handelt sich nämlich darum, ob die Lymphgefäße noch an anderen Stellen als an der subclavia mit den Venen in Verbindung stehen. Wenn eine solche Verbindung zwischen kleineren Lymphgefäßen und Venen wirklich vorhanden ist, so würde sich durchaus die schwebende Frage nicht entscheiden lassen. Man hat eine solche behauptet zwischen kleineren Gekrösvenen und Lymphgefäßen auf Untersuchungen bei Vögeln, Fischen und Amphibien gestützt, und namentlich rührt die Behauptung von Fohmann her. Lippi dehnte seine Behauptung auch auf Menschen aus, allein Fohmann wie Panizza weisen hier dieselbe zurück. Ferner hat Fohmann einen Zusammenhang zwischen Lymph- und Venensystem in den Lymphdrüsen angenommen, und die Anatomen haben etwas Aehnliches beobachtet. Es ist nämlich ein Factum, daß sich die Venen leicht füllen, wenn man die vasa inferentia einer Drüse mit Quecksilber injicirt, leichter sogar als die vasa efferentia. Allein auf bloße Injection etwas zu geben, ist sehr mißlich. Geleitet durch die Resultate der Injectionen nahm man auch früher einen Zusammenhang zwischen den Drüsenkanälen und den Gefäßen an, und man erhält hier injicirte Venen wie Lymphgefäßnetze, und doch ist es eine erwiesene Thatsache, daß ein solcher Zusammenhang nicht existirt. Wenn man die Erfahrungen bei Injectionen berücksichtigt und ferner überlegt, wie bei Unterbindung des ductus thoracicus während der Verdauung bei Säugethieren nach einiger Zeit sich die ganzen Lymphgefäße des Unterleibes sehr ausgedehnt finden — einen Versuch, den ich namentlich bei Hunden anstellte, die entweder noch an der Milch lagen, oder mit fetten Substanzen gefüttert waren — so glaubt man an keine Verbindung. Man kann sich auf diese Weise indessen noch besser überzeugen, daß keine solche existirt, wenn man am mesenterium ein Milchgefäß auffucht und comprimirt, oder unterbindet: es schwillt nach einiger Zeit sehr bedeutend an in allen seinen Stämmen, Aesten und Zweigen, und folglich kann eine Verbindung mit den kleineren Venen nicht existiren.

Eine ganze Reihe von Versuchen liefert nun erst nach dieser Voraussetzung ein Resultat. Es sind die Versuche, welche sich auf Unterbindung der Lymphgefäße oder ihre Ausschließung stützen.

Magendie hat die größte Zahl dieser grausamen, aber conclusiven Versuche angestellt. Er isolirte durch Ligaturen ein Darmstück von 4 Decimeter Länge von dem übrigen Darme bei einem Hunde, der gut gefüttert war, wo daher die Lymphgefäße deutlich angefüllt waren. Es wurden darauf dieselben unterbunden und so sorgfältig getrennt, daß die Darmschlinge nicht mehr durch Lymphgefäße mit dem übrigen Theile des Darmkanals zusammenhing. Von den fünf Zweigen der Gekrösarterie und Venen des Darmstückes wurden vier unterbunden, so daß das Darmstück nur noch durch eine Arterie und Vene mit dem Gefäßsysteme zusammenhing. In die so behandelte Darmschlinge wurden 2 Unzen einer Abkochung der nux vomica injicirt und durch eine neue Ligatur daselbst zurückgehalten, und die Darmschlinge in den Unterleib zurückgebracht. Sechs Minuten darauf äußerten sich die Wirkungen des Giftes.

Segalas machte den Gegenversuch hierzu. Er unterband an einer ähnlich behandelten Darmschlinge die Blutgefäße mit Ausnahme einer Arterie und Vene und ließ die Lymphgefäße ununterbunden. Die zurückgelassene

Vene wurde isolirt und außerhalb des Unterleibes befestigt, und das überflüssige Blut durch dieselbe abgeleitet. Es waren also hier die Lymphgefäße erhalten und der Kreislauf, ohne daß etwas in den allgemeinen Kreislauf aus den Blutgefäßen der Darmschlingen gelangen konnte. In die Darmschlinge wurde in Auflösung ½ Drachme extractum nucis vomicae gebracht, und nach einer Stunde war noch keine Wirkung eingetreten. Als aber die Vene losgebunden wurde, trat die Wirkung sehr schnell auf, nämlich in 6 Minuten.

Mit den Schenkelgefäßen hat Magendie ähnliche Versuche angestellt. Es wurde die arteria und vena cruralis bei einem Hunde bloßgelegt, und von allen übrigen Theilen isolirt, darauf der Schenkel so getrennt, daß das obere und untere Stück nur noch durch die art. und vena cruralis mit einander in Verbindung waren. Um sicher zu sein, daß gar keine Verbindung mit Lymphgefäßen mehr existire, wurde in die Arterie und die Vene eine Federspule eingebracht, die Gefäße darauf durch zwei Ligaturen befestigt und dann zwischen denselben durch einen Zirkelschnitt durchschnitten. In die Pfote des Thieres wurden zwei Gran eines sehr heftig wirkenden Giftes upas tieute gebracht, welches im Verlaufe von vier Minuten tödtliche Wirkung äußerte.

Man kann auch die Versuche, wie sie hier zuletzt angegeben worden, sehr leicht bei Fröschen anstellen und so dieselben zu Demonstrationen benutzen. Man legt die Schenkelarterie und die Vene bloß und schneidet alle Weichtheile und das os femoris durch und bringt dann den Fuß in eine Auflösung von Strychnin oder ein anderes Gift, während man das Thier so befestigt, daß es sich nicht bewegen und kein anderer Theil mit dem Gift in Berührung kommen kann. Die Vergiftung tritt sehr schnell ein, und diesem Versuche kann auch der Vorwurf nicht gemacht werden, daß das Gift in verwundete Venen gebracht, folglich nicht resorbirt wäre.

Einige Physiologen haben, wie Brodie, Magendie, Westrumb, Mayer, die Versuche so angestellt, daß sie den ductus thoracicus unterbanden und die verschiedenartigsten Substanzen in den Darmkanal brachten. So wurden Rhabarber, blausaures Kali, Alkohol und nux vomica, Woraragift in den Darmkanal eingebracht. Die Farbestoffe verschwanden und zeigten sich im Urin, die Gifte wirkten nach wie vor.

Andere änderten die Versuche so ab, daß sie die Arterien unterbanden, den Kreislauf unterbrachen und nun die Abänderung der Resorption beobachteten. Emmert unterband die aorta abdominalis und brachte Blausäure in eine Wunde des Fußes. Nach 70 Stunden war noch keine Wirkung aufgetreten; nach Loslösung der Ligatur trat nach einer halben Stunde Vergiftung ein. Dieser Versuch beweis't indessen nur in Verbindung mit anderen etwas, weil die Zeitangabe, innerhalb welcher die Blausäure tödtete, viel zu groß ist, als man nach der Wirkung des Mittels erwarten darf, und die Ursachen dieser verzögerten Wirkung nicht angegeben sind. Wieder Andere haben die Venen der betreffenden Theile, die in giftige Flüssigkeiten getaucht waren, comprimirt und dadurch Vergiftung verhindert, oder die anfangende Vergiftung unterbrochen.

Eine andere Reihe von Versuchen soll die Venenresorption noch directer erweisen, indem man nach Anwendung bestimmter Substanzen dieselben im Blute und in der Lymphe wieder aufzufinden suchte.

Flandrin machte diese Versuche zuerst am einfachsten. Er gab einem

Pferde asa foetida und schlachtete es eine halbe Stunde darauf. Der Geruch derselben zeigte sich nicht in der Lymphe, nicht im Chylus, nicht im arteriellen Blute; aber in den Venen des Magens, des dünnen und dicken Darmes war er zu finden. Von Anderen wurde andere riechende Substanzen mit doppeltem Erfolge angewandt, z. B. Moschus, Dippelsöl, Kampher, Aether.

Auf eine ähnliche Weise wurden Farbestoffe: Indigo, Rhabarber, Färberröthe, Cochenille, Lakmus, Alkannatinctur, Gummigutt, Saftgrün, in den Magen gebracht, aber nie in den lymphatischen Gefäßen wiedergefunden, während ihr Wirken, oder ihr Wiedererscheinen im Harne zeigte, daß sie im Blute sich vorfanden.

Man kann auch das Blut unmittelbar untersuchen durch chemische Reagentien, nur muß man dann Substanzen anwenden, die sich sehr leicht nachweisen lassen. Ein solches Salz ist das blausaure Kali, und Tiedemann und Gmelin haben dieses im Blute nachgewiesen, so wie eine Menge anderer Salze, ohne daß die Lymphgefäße davon enthielten, oder sie fanden die Stoffe wenigstens viel früher in dem Blute als in den Lymphgefäßen.

Mayer hat diese Versuche auf eine eigenthümliche Weise angestellt. Er sucht nämlich die Stelle zu bestimmen, wo eine Substanz in den Kreislauf gelangt, und verfolgt dieselbe durch den Kreislauf. Er wählte blausaures Kali, und zur Einverleibungsstelle nahm er die Lunge. Zwei bis fünf Minuten nach einer Einspritzung konnte man das Salz im Blute auffinden, indem in dem Serum desselben bei Anwendung von salzsaurem oder schwefelsaurem Eisenoxyd ein grüner oder brauner Niederschlag erfolgte. Es zeigte sich hierbei das Salz zuerst im Blute des linken Herzens, später in dem des rechten, und dieses beweis't wohl deutlich, daß das Salz zuerst in Venen überging: wäre es in die Lymphgefäße gelangt, so hätte es jedenfalls zuerst im rechten Herzen gefunden werden müssen.

Damit den Beweisen für die Resorption der Venen nichts fehle, sind endlich noch viele Versuche, z. B. von Westrumb, Stehberger und Anderen angestellt, wo aus der Schnelligkeit, womit manche aufgenommene Substanzen in den Excretionen erscheinen, die Unmöglichkeit nachgewiesen werden soll, daß die Lymphgefäße sie aufgenommen haben. Der praktische Arzt hat Gelegenheit, ähnliche Beobachtungen bei Kranken zu machen. Werden stark riechende flüchtige Substanzen einem Kranken durch Klystiere gegeben, so lassen sie sich oft schon nach wenigen Minuten in der ausgeathmeten Luft erkennen. Namentlich ist es der Kampher, welcher in 2—3 Minuten nach der Injection in der ausgeathmeten Luft sich zeigt. Der Geruch von Aether zeigte sich bei Hunden in den Versuchen des Verfassers nach 2 Minuten in der ausgeathmeten Luft. Im Harne erscheinen leicht lösliche Farbestoffe oft eben so früh, wenn man den Harn aus den Uretern auffängt, wie es Westrumb bei Hunden that. Blausaures Kali fand er nach 2 Minuten im Harne, Rhabarber dagegen erst in fünf Minuten. Stehberger hat diesen Versuchen die größte Ausdehnung gegeben. Er stellte sie bei einem Knaben mit Harnblasenspalte, wo das Austräufeln aus den Harnleitern unmittelbar beobachtet werden konnte, an. Indigotinctur zeigte sich nach 15 Minuten, Färberröthe, der Farbestoff von Rhabarber, Campecheholz, Heidelbeeren und schwarzen Kirschen nach 25 bis 45 Minuten u. s. w. Es bleiben dieses indessen die unsichersten Versuche von allen, und alleinstehend würden dieselben nichts beweisen, weil die Zeit, innerhalb welcher einzelne Substanzen im

Harne gefunden wurden, doch zu sehr variirt, wie Stehberger die Rhabarber erst nach 25 — 45 Minuten gefunden haben will, die Westrumb schon nach 5 Minuten im Harne erkannte; in der Zeit von 45 Minuten konnten übrigens die Substanzen auch durch das Lymphgefäßsystem gegangen sein. Außerdem läßt sich die Schnelligkeit der Auffaugung der Lymphgefäße nicht sicher bestimmen. Wir können nur aus der langsamen Bewegung des Chylus und der Lymphe einen Schluß darauf machen.

Es ist überhaupt eine merkwürdige Erscheinung, daß man den Austausch der Gasarten in den Lungen kannte und die Venenresorption läugnen wollte, wie auch Burdach bemerkt.

II. Unterschied der Venen- und Lymphresorption.

Nach dem Vorausgegangenen kann kein Zweifel obwalten, daß die Venen wie die Lymphgefäße Materien, mit denen sie in Berührung kommen, aufnehmen. Zunächst muß daher unsere Aufmerksamkeit sich darauf richten, zu ermitteln, inwiefern die Resorption der Venen und die der Lymphgefäße sich unterscheiden, oder worin sie sich gleichen.

In einem wichtigen Punkte kommen beide überein, nämlich darin, daß Lymphgefäße wie Capillargefäße nur Stoffe aufnehmen, die in Wasser gelös't, oder in den Säften des Organismus löslich sind. Einen auffallenden Beleg hierzu liefert das Quecksilber; es wird bei volvolus und anderen Krankheiten des Darmes im regulinischen Zustande und in großen Quantitäten gegeben, und man fand es in solchen Fällen oft in außerordentlich feinen Kügelchen theilweise wenigstens über die mucosa des Darms verbreitet, ohne daß es in dem Blute, oder in dem Chylus nachgewiesen wäre und ohne daß Erscheinungen der Intoxication auf die Aufnahme desselben gewiesen hätten. Wir gründen ferner auf diese Eigenschaft der Gefäße, nur gelös'te oder unter den angegebenen Bedingungen lösliche Substanzen aufzunehmen, die Anwendung vieler Mittel bei Vergiftungen. Das Eisenoxydulhydrat tritt mit der arsenichten Säure zu einer unlöslichen Verbindung zusammen, wie das Eiweiß mit dem Sublimat einen unlöslichen Körper bildet. Beide sind aber bei Arsenik- und Sublimatvergiftungen mehrfach und mit dem besten Erfolge angewandt worden.

Für die Capillargefäße wird auch nicht leicht jemand den angegebenen Satz bezweifeln, sobald er mit den Erscheinungen der Resorption in vollem Umfange vertraut ist. Wir sehen, Gasarten werden von denselben am schnellsten aufgenommen; Schwefel- oder Arsenikwasserstoffgas, die Kohlensäure eingeathmet, wirken augenblicklich; Flüssigkeiten entfalten ihre Wirkungen um so schneller, je mehr sie flüchtig sind; Blausäure und Aether verbreiten sich fast mit derselben Schnelligkeit, wie die Gase im Körper. Eine Substanz, welche sich in Aether, Weingeist und Wasser lös't, wirkt unter übrigens gleichen Umständen in der ätherischen Lösung am schnellsten, in der wässerigen langsamer. Wir wissen, daß Opium und viele Mittel in Substanz weniger schnell wirken, als wenn man sie als Tincturen, überhaupt in gelös'ter Form giebt, und vom Arsenik habe ich dieselbe Erfahrung gemacht. Ich habe Igeln weißen gepulverten Arsenik in großen Gaben in den Magen gebracht, und sie starben oft erst nach mehren Tagen; dagegen starb ein Igel schon nach drei Stunden, welcher acht Gran in einer wässerigen Auflösung erhalten hatte. Wie lange muß man auf die Erscheinung der Vergiftung warten, wenn man extr. nuc. vomic. einem Thiere unter die Haut bringt, und nach wenig Minuten treten die charakteristischen tonischen

Krämpfe auf, sobald man eine Auflösung desselben in das Zellgewebe spritzt. Noch langsamer erfolgt die Resorption, wenn die Substanzen nicht bloß gelös't, sondern im Organismus vorher in lösliche Verbindung verwandelt werden müssen, wie eine interessante Beobachtung von Heusinger sehr auffallend zeigt. In den Zusätzen zu Magendie's Physiologie *) ist der Fall, wie folgt, erzählt: »Einmal erhielt ich ein Huhn, an dessen »Magen ein ziemlich langer und dicker Balg an einem dünnen Stiele herab»hing; dem Stiele gegenüber war in der Muskelhaut und auf der innern »Haut des Magens eine Narbe, die offenbar ein Nagel durchbohrt hatte. »Der aufgeschnittene inwendig glatte Balg enthielt aber keinen Nagel, son»dern nur wenig schwarze, schmierige Masse; diese bestand aus Eisen»oxydul in inniger Verbindung mit Fett und Eiweis; wahrscheinlich würde »in kurzer Zeit der letzte Rest des Nagels resorbirt worden sein.«

Bei den Lymphgefäßen konnte man zweifeln, ob sie nur flüssige und aufgelös'te Substanzen aufnehmen, da man in dem Chylus und der Lymphe eigenthümliche Körner findet. Genau genommen gilt aber dasselbe auch von den Lymphgefäßen, was von den Capillargefäßen gesagt wurde, da man bei Untersuchung des Chylus von der Idee zurückkommen muß, daß die Körner schon vor der Resorption vorhanden gewesen seien. Der Chylus nämlich in den Darmlymphgefäßen enthält viele Oeltröpfchen und wenig charakteristische Chyluskörperchen. In dem Chylus dagegen, welcher die Gekrösdrüsen passirte, findet man weniger Oeltröpfchen und weit mehr Körner und in dem Chylus des ductus thoracicus sind die letzteren sehr häufig und die ersteren ganz verschwunden, oder wenigstens sehr selten. So haben Tiedemann und Gmelin, Arnold, C. H. Schultz, neuerlich wieder Bruns die Verhältnisse dargestellt, und eigene Beobachtungen sprechen gleichfalls dafür; nur bin ich weit entfernt, aus dem Umstande, daß die Oeltröpfchen verschwinden in dem Maaße, als die Chyluskörperchen häufiger vorkommen, zu schließen, daß die ersteren in letztere sich umwandeln; denn aus einem fetten Körper kann sich schwerlich eine Proteinverbindung bilden. Wenn wir daher dem Ausspruche von J. Müller beipflichten müssen, »daß »resorptionsfähiger Chylus immer flüssig sein muß,« so dürfen wir den oben ausgesprochenen Satz für erwiesen annehmen.

Bei Krankheiten scheint dieses Gesetz eine Einschränkung zu erleiden, da man Eiter in Lymph- und Blutgefäßen gefunden hat, wie früher angeführt wurde. In den meisten Fällen darf man indessen das Vorkommen des Eiters in den Gefäßen nicht auf Resorption zurückführen. Es sind dieses namentlich die Fälle, wo wirklicher Eiter mit den charakteristischen Körperchen im Blute nachgewiesen wurde, oder wo bei großen Eiterungen Lobularabscesse in den Lungen und bei Typhus, Darmentzündungen, überhaupt Unterleibsentzündungen solche Abscesse in der Leber vorkommen. Der Eiter kommt in vielen dieser Fällen in zerstörte Gefäße, wird nicht von einem unverletzten Gefäßnetze aufgenommen, und in zerstörte, angefressene Gefäße können auch wohl die Eiterkörperchen dringen. In anderen Fällen wird der Eiter in den Gefäßen selbst gebildet, wie die entzündeten Gefäße häufig genug darthun. Es läßt sich indessen eine wirkliche Eiterresorption nicht läugnen, nur kann man für diese Fälle auch die Eiterkörperchen nicht nachweisen. Es kommen nämlich seltener Fälle vor, wo in anderen Gebilden als der Lunge und Leber bei Krankheiten secundäre Ab-

*) Bd. II. S. 244.

scesse entstehen. Hier läßt sich nun die Bildung der letzteren nicht so erklären, wie in der Lunge und Leber, daß nämlich die Eiterkörperchen vermöge ihrer Größe nicht durch die Capillargefäße hindurchgehen können, dieselben verstopfen und so durch Hemmung des Capillarkreislaufes an einzelnen Stellen Entzündung und Eiterung erregen, sondern man muß annehmen, daß der flüssige Theil des Eiters in das Blut übergegangen sei, da die Eiterkörperchen nicht durch die Capillargefäße der Lunge hätten hindurchgehen können. Viele Pathologen sind dieser Meinung, J. Müller tritt ihr bei, und Hasse in seiner pathologischen Anatomie hat sich neuerlichst ebenfalls dafür ausgesprochen und so möchte diese pathologische Erscheinung auch kein Grund gegen obige Annahme sei. Man darf indessen keineswegs den Satz so aussprechen, wie es geschehen ist, daß Alles, was aufgelös't oder löslich sei, resorbirt werde, sondern es ist nur richtig, wenn man sagt: Alles, was resorbirt werden soll, muß gasförmig oder flüssig sein. Es scheint nämlich Substanzen zu geben, die nicht aufgenommen werden, trotzdem daß sie flüssig sind. Dahin gehört die Kurkuma, die nach Gibson sich immer in den Darmexcretionen wiederfindet, und vielleicht werden auch noch andere Farbestoffe nicht aufgenommen, da die Pigmente des Lakmus, der Cochenille, Alkanna, des Saftgrüns weder im Harne, noch im Blute, noch im Chylus wiedergefunden worden sind.

Bei Betrachtung der übrigen Erscheinungen der Resorption scheint es, als ob sich die Resorption der Capillargefäße nur von der der Lymphgefäße durch die Schnelligkeit unterscheide. Wir sahen, daß die besten Beobachter in den Lymphgefäßen fremde Substanzen gefunden haben, wie in den Blutgefäßen, Tiedemann und Gmelin namentlich blausaures und schwefelsaures Kali, Magendie riechende und stark schmeckende Substanzen und die Beobachter der medicinischen Akademie zu Philadelphia machen es sogar wahrscheinlich, daß die Gifte von den Lymphgefäßen aufgenommen und fortgeführt werden. Alle stimmen aber darin überein, daß die Substanzen früher in den Blutgefäßen und dem Harne, als in den Lymphgefäßen nachgewiesen werden können, oder wenigstens später von den Lymphgefäßen aus wirken. So soll bei Unterbindung der Pfortader eine Abkochung von nux vomica erst nach 23 Minuten gewirkt haben, während sie sonst nach 6—10 Minuten ihre Wirkungen entfaltet; man findet blausaures Kali 2 Minuten nach der Einverleibung in den Darmkanal im Blute und selbst im Harne wieder, weit später dagegen in den Lymphgefäßen. Eine ähnliche Beobachtung kann ich ebenfalls aufführen. Unterbindet man bei einem Frosche die Schenkelarterie und Vene, und schneidet den Schenkelnerv durch, und bringt dann den so behandelten Schenkel mit der nöthigen Vorsicht in eine Auflösung von Strychnin, so tritt Vergiftung ein, aber erst nach Stunden, während sie sonst sehr schnell auftritt. Gegen den letzten Versuch, so wie gegen die Experimente der genannten Amerikaner lassen sich gegründete Einwendungen machen; bei dem Frosche habe ich vielleicht nicht alle Blutgefäße des Schenkels unterbunden und daher den Blutkreislauf nicht aufgehoben, und bei Unterbindung der Pfortader sind vielleicht Venen vorhanden, die aus dem Darme Blut unmittelbar in die Hohlader führen können, und die Vergiftung kann in beiden Fällen durch die Blutgefäße noch erklärt werden. Allein angenommen, die Lymphgefäße wären die Wege, auf denen das Gift eingedrungen ist, so beweisen die Versuche nur, daß bei Verschließung der Blutgefäße diese Substanzen von den Lymphgefäßen aufgenommen werden, und man darf kei-

neswegs darauf den Schluß gründen, daß etwas Aehnliches unter normalen Verhältnissen vorkomme. Was die Angaben von der Aufnahme von Riechestoffen und Salzen anbelangt, so werden diese durch ein pathologisches Phänomen erklärt. Im normalen Zustande findet Niemand Galle in den Lymphgefäßen, aber sie kommt bei Verschließung des Gallenganges und bei einer sehr vermehrten Absonderung der Galle (Polycholie) in denselben vor. Und wie hier, so kommen auch nur Salze und riechende Stoffe in den Lymphgefäßen vor, wenn sie in ungewöhnlich großen Quantitäten vorhanden sind, und die besten Beobachter geben an, daß die Resorption dieser Massen schon lange gedauert habe, also eine größere Quantität vorhanden sein mußte, ehe sie in den Lymphgefäßen sich auffinden ließen. Die angeführten Erfahrungen sprechen also keineswegs dafür, daß alle Substanzen von den Lymphgefäßen aufgenommen werden, nur etwas weniger schnell, als sie in die Blutgefäße kommen, sondern sie weisen darauf hin, daß unter normalen Verhältnissen die Lymphgefäße eine Menge Substanzen nicht aufnehmen.

Suchen wir den Unterschied festzustellen, der zwischen den Substanzen stattfindet, welche die Blut- und die Lymphgefäße aufnehmen, so müssen wir noch eine Frage aufwerfen, nämlich: ob in die Blutgefäße Chylus und Lymphe übergehen? Von der Lymphe hat wohl schwerlich Jemand behauptet, daß sie von den Blutgefäßen aufgenommen werde, und die Thatsache, daß ein eigenes Gefäßsystem für deren Resorption existirt, wird auch immer eine mehr als erhebliche Einwendung gegen eine derartige Annahme bleiben. Von dem Chylus dagegen haben ältere und neuere Beobachter hin und wieder behauptet, daß er in die Blutgefäße eindringe. So viel bekannt ist, beruht die Meinung auf der Beobachtung weißer, sogenannter chylusartiger Streifen im Blute der Pfortader. Man kann jedoch daraufhin nicht aussprechen, daß die Blutgefäße jemals Chylus aufnehmen, da weißstreifiges Blut auch manchmal aus anderen Venen fließt und von den Pathologen beobachtet wurde. Die Beobachtungen sind ferner auch zu ungenau: unter welchen Verhältnissen man es gesehen hat, welche Nahrungsmittel genossen waren, wie weit die Chylification vorgeschritten, sind Punkte, die erst festgestellt werden müssen, ehe man eine Resorption des Chylus durch die Blutgefäße glauben kann, wenn man auch eine directe Nachweisung, daß jene Streifen Chylus gewesen sind, nicht fordern wollte.

Aus den angeführten Erfahrungen ist also ein directer Uebergang des Chylus in die Blutgefäße nicht erwiesen, und aus dem beständigen Vorkommen dieser Flüssigkeit in den Lymphgefäßen weit weniger als wahrscheinlich.

Außer der verschiedenen Schnelligkeit der Resorption der Lymph- und Blutgefäße stellt sich also ein sehr merkwürdiger Unterschied hinsichtlich der Substanzen, welche die verschiedenen Gefäßsysteme aufnehmen, heraus, ein Unterschied, der auch längst die Aufmerksamkeit der neueren Physiologen in hohem Grade erregte.

Die Lymphgefäße führen unter normalen Verhältnissen nur Chylus und Lymphe, Flüssigkeiten, welche aus Proteinverbindungen, freiem oder gebundenem Fette und den gewöhnlichen im thierischen Organismus gefundenen Salzen bestehen; mitunter findet sich außerdem im Chylus noch Zucker, wenn die Nahrungsmittel solchen oder Amylum enthielten. Diese Stoffe kommen in dem liquor sanguinis vor und stellen das Material dar, durch welches die chemischen Vorgänge des Lebens, Ernährung und Absonderung allein unterhalten werden können.

Die Capillargefäße dagegen nehmen fremde Substanzen auf, welche der Organismus sich nicht zu assimiliren vermag, mögen sie nun bloß durch den Körper hindurchgehen, oder die Processe und Thätigkeit desselben auf die mannigfaltigste Weise abändern, oder selbst giftige Wirkungen entfalten. Nur dann zeigen sich fremde Substanzen in den Lymphgefäßen, wenn sie wegen Unterbrechung des Kreislaufes nicht in das Blut direct gelangen, oder wenn sie in so bedeutender Menge vorhanden sind, daß sie von den Blutgefäßen nicht schnell genug fortgeführt werden können.

So sehr nun die Erfahrung frappirt, daß Substanzen, welche zur Zusammensetzung des Körpers gedient haben, und Materien, welche geeignet sind, die chemischen Processe des Lebens zu unterhalten, durch ein eigenes Gefäßsystem dem Blute zugeführt werden, während fremde Substanzen, die nicht unbedingt zum Bestehen der Organisation gefordert werden, unmittelbar in das Blut gelangen, so zeigt doch eine genaue Betrachtung der Oekonomie des Wirbelthierkörpers, daß eine derartige doppelte Aufsaugung ein unerläßliches Bedürfniß ist, und wo wir den Zweck einer Erscheinung für den Körper und seine Thätigkeit nachweisen können, gewinnen wir wieder die sicherste Ueberzeugung, daß wir uns bei der Beobachtung nicht getäuscht haben.

Jede Thätigkeit hängt von der Integrität der chemischen Vorgänge des Körpers ab, und Ernährung und Absonderung sind Processe, die in keiner Weise eine Unterbrechung erleiden können, sondern in einem gewissen Grade stetig erfolgen müssen. Bei der langsamen Bewegung der Flüssigkeit in den Lymphgefäßen wird auf der einen Seite das frische Material für jene Processe, welches der Darmkanal aus den Nahrungsmitteln ausscheidet, der Chylus, langsam und in kleinen Quantitäten dem Blute immer zugemischt in dem Maaße, als es der Organismus bedarf, und das Colliquament der organischen Substanz, wie man die Lymphe, zum großen Theil wenigstens, betrachten kann, erscheint ebenfalls nur allmälig und in der Menge im Blute, in welcher es zu weiteren Zwecken im Organismus selbst, oder zur Ausscheidung verwendet werden kann.

Würde es möglich sein, dieses bestimmte Verhältniß zwischen Consumtion und Zuleitung der zur Ernährung und Absonderung nöthigen Blutstoffe zu erhalten, wenn die Capillargefäße Chylus und Lymphe aufnähmen? Könnte die geringe Quantität fester Bestandtheile, welche das Blut in den wenigen Minuten, in welchen es den Organismus durchkreis't und wieder durchkreis't, verliert, fortwährend wiederersetzt werden durch eine gleich unbedeutende Menge ähnlicher oder gleicher Stoffe, wenn die Capillargefäße allein resorbirten? Bei der Schnelligkeit, womit in die letzteren die Substanzen gelangen, würden Chylus und Lymphe in jeder Quantität, in welcher sie vorkämen, schnell aufgenommen werden, und die Absonderung in dem Maaße reichlicher erfolgen müssen. Dadurch wären die zum Leben nothwendigen Bestandtheile des Blutes bald im Ueberschusse vorhanden, bald würden sie ermangeln, und bei dieser Ebbe und Fluth im Gefäßsysteme müßte sich eine gefährliche Fluctuation in den zur Thätigkeit unentbehrlichsten Processen des thierischen Körpers wahrnehmen lassen.

Auf der andern Seite konnten die Nachtheile, welche fremde Substanzen auf die Vorgänge der Ernährung und Absonderung mittelbar oder unmittelbar ausüben können, nicht vermieden oder vermindert werden, als dadurch, daß sie unmittelbar in das Blut übergehen. Im Darmkanale werden sie rasch entfernt und stören auf diese Weise die Chylification weniger; sie

kommen schnell auf diesem Wege in die Excretionsorgane und können nach ihren weiteren Eigenschaften in Gasform durch Haut und Lunge, in flüssiger Form durch die Leber, Haut und Nieren, oder in allen Formen zugleich in dem Maaße, als sie ins Blut gelangen, immer wieder entfernt werden. Wo Substanzen aufgenommen werden, die gefährlichere Wirkungen haben, tritt die Wirkung schnell ein und ist schnell vorüber, ein Erfolg, der selbst im unglücklichsten Falle unter den unvermeidlichen Uebeln das kleinste ist.

Wären es die Lymphgefäße, welche die fremden Substanzen mit dem Chylus und der Lymphe aufnehmen müßten, so könnten Substanzen z. B. im Darmkanale erst aufgenommen werden, wenn sie durch heterogene chemische Eigenschaften die Resultate der Verdauung längst vereitelt hätten; fremde Materien würden, dem Blute während einer längern Zeit ununterbrochen in kleinen Quantitäten zugemischt, die Zusammensetzung des Blutes dauernder verändern, und die nachtheiligen Folgen würden erst sehr spät verschwinden. Gelangte z. B. der Wein oder Alkohol durch die Lymphgefäße ins Blut, so würde Jemand, der beim Diner denselben in berauschender Menge genossen hätte, die Folgen nicht im Mittagsschlafe vergessen können, sondern sie erst später und Tage lang empfinden. Dem Türken würde der Genuß von Opium vor der Schlacht nichts im Treffen selbst helfen, aber eine dauerhafte Todesverachtung auf einer weiten Flucht wohl daher abgeleitet werden können.

III. Apparat der Aufsaugung.

Es ist wohl nichts natürlicher, als bei einer so großen Verschiedenheit hinsichtlich der Materien, welche die Lymphgefäße und Venen aufnehmen, an eine auffallende anatomische Verschiedenheit beider Gattungen von Gefäßen zu glauben. Die anatomischen Verhältnisse beider sind auch nicht gleich, allein sie unterscheiden sich auf eine ganz andere Weise, als man erwartet und früher ziemlich allgemein angenommen hat.

Ueber das Verhalten der Capillargefäße waltet kein Zweifel, sie bilden überall geschlossene Netze, die in verschiedenen Geweben verschieden dichte Maschen darstellen; nirgends finden sich, weder zur Aufnahme, noch zur Abgabe von Stoffen offene Mündungen, und was ältere Schriftsteller über Oeffnungen der Blutgefäße in andere Kanäle, auf Membranen u. s. w. aussagten, hat nur noch historisches Interesse.

Die Anfänge oder feinsten Wurzeln des lymphatischen Gefäßsystemes sind bei weitem nicht so bekannt, und es giebt auch hier noch sehr verschiedene Meinungen.

Die ältere Annahme vindicirt für die feinsten Lymphgefäße offene Mündungen. Lieberkühn, Hewson, Cruikshank, Sheldon, Hedwig haben hauptsächlich auf Injectionen von den Stämmen aus diese Meinung ausgesprochen. Die genannten Anatomen sind aber weit entfernt, gleiche Vorstellungen von der Lage und Form dieser offenen Mündungen erlangt zu haben; der eine läßt sie an der Oberfläche der Darmzotten, der andere an der Basis der Darmzotten mit freien Mündungen beginnen, die meisten an der Spitze. Durch die Kenntniß des Epitheliums der Darmzotten, welches in der neuesten Zeit wir Henle verdanken, haben wir den Grund kennen gelernt, weßhalb man an der Oberfläche der Darmzotten offene Mündungen gesehen zu haben glaubte. Die Kerne der Epithelialzellen haben wahrscheinlich Veranlassung dazu gegeben.

Magendie läugnet die freien Mündungen der Lymphgefäße in der

angegebenen Art, behauptet dagegen einen Zusammenhang der feinsten Arterien mit den Lymphgefäßen, der in neueren Zeiten abermals in Frankreich behauptet wurde, und wovon Müller in der letzten Ausgabe seiner Physiologie Bd. I. pag. 212 sagt: »Ob die Capillaren des Blutgefäßsystemes »durch feinere Zweigelchen, welche keine Blutkörperchen, sondern nur Blut»flüssigkeit oder Blutlymphe aufnehmen (vasa serosa), mit dem Anfange der »Lymphgefäße zusammenhängen und die Lymphe durch diese Gefäße von den »Blutkörperchen theilweise abgeseibt wird, ist noch ungewiß.« Die Behauptung Magendie's ruht auf dem Resultate, welches bei Arterieninjectionen gewonnen ist, und der Uebergang von Injectionsmasse wird so leicht dargestellt, ohne daß die Art der Injection und die Masse genauer bezeichnet sind, daß man mißtrauisch gegen die Angabe werden muß. Es ist bekannt, wie leicht z. B. bei Injection der Drüsenkanäle sich Lymphgefäße füllen, und doch wird hier ganz allgemein Extravasat angenommen. Bei den Zweifeln über den Zusammenhang der Lymphgefäße mit den Arterien war es mir besonders interessant, die Erfahrungen des Geheimen Medicinalraths Bünger kennen zu lernen, der sich mit Injectionen außerordentlich viel beschäftigt hat. Er beobachtete einen Uebergang von feiner Injectionsmasse aus den Arterien in die Lymphgefäße am Hoden. Außerdem besitzt er die feinsten Arterieninjectionen an anderen Theilen, wo nach der Anfüllung des Capillargefäßsystemes noch die Lymphgefäße besonders injicirt wurden. In einzelnen Fällen hat er, namentlich an der Nasenschleimhaut bei Arterieninjectionen der feinsten Art, eine eigene Erscheinung beobachtet. Es füllten sich nämlich in mehren Fällen kurze Zeit nach der Injection sehr feine und sehr oberflächlich liegende Lymphgefäßnetze mit Luft, und man konnte sie als geschlossene Gefäßnetze sehr gut erkennen. Auch Fohmann, Breschet und Panizza haben die Wurzeln der Lymphgefäße als geschlossene Kanäle, welche oberflächlicher liegen, als die blutführenden Haargefäße, einen stärkern Durchmesser als diese und keine Klappen haben, und durch zahlreiche Anastomosen Netze bilden, beschrieben.

Nirgends findet sich ein strenger Beweis für offene Mündungen der Lymphgefäßwurzeln, mögen diese in die Blutgefäße, die secernirenden Kanäle, oder auf Membranen verlegt worden sein; wohl aber haben bereits Rudolphi, Meckel, Lauth, E. H. Weber, später Fohmann, Arnold, Breschet, Schwann und Krause Injectionen und Beobachtungen für die Meinung, daß sie geschlossen sind, beigebracht. Die meisten Untersuchungen sind am Darmkanale und zwar an der Schleimhaut desselben angestellt. Fohmann konnte bei Fischen, wo die Lymphgefäße klappenlos sind, kein Quecksilber durch einen mäßigen Druck in die Höhle des Darmes aus den Lymphgefäßen herauspressen. Schwann fand sie bei glücklichen Injectionen auch beim Menschen blind endigend. Wie hier einzelne Fälle beweisend betrachtet werden müssen, so hat auch die unmittelbare Beobachtung ähnliche Resultate ergeben. Krause fand die Chylusgefäße bei einem Menschen, der während der Chylification verunglückt war, in der Schleimhaut und den Zotten mit Chylus gefüllt, aber geschlossen, und Henle hat Gleiches beobachtet. Man kann sich auch bei Hunden, namentlich jungen Hunden, die noch an der Milch liegen, in einzelnen Fällen, wenn man sie kurz nach dem Säugen tödtet, dadurch überzeugen, daß keine offenen Enden vorhanden sind, daß man ein Lymphgefäß am Mesenterium unterbindet. So lange der Darmkanal sich bewegt und warm bleibt, füllt sich das Lymphgefäß bis zum Bersten an, während bei offenen Mündungen dieses kaum

vorkommen könnte. Nur darin weichen die Angaben ab, welche Form den Wurzeln der Lymphgefäße zukomme. Manche schildern sie als einfache Netze, welche nur hier und da enger und weiter sind, Andere als zellige Anschwellungen und Ausbuchtungen, und weitere Untersuchungen mögen darüber entscheiden. Wenn aber am Darmkanale die Lymphgefäße geschlossen gefunden werden, sollen sie im Parenchym anderer Gebilde oder auf anderen membranösen Gebilden mit freien Mündungen anfangen, oder mit den Arterien zusammenhängen?

Man darf wohl als ausgemacht ansehen, daß die Lymphgefäße geschlossen sind, wie die Blutgefäße, und der Unterschied bestände nur darin, daß in den ersteren ein Kreislauf der Flüssigkeit, welche sie enthalten, stattfindet, in den letzteren dagegen die Flüssigkeit beständig gegen die Blutgefäße entfernt wird.

IV. Ueber die Gesetze, nach denen die Resorption erfolgt.

Die Phänomene der Resorption und die Kenntniß der Ansichten über die anatomischen Verhältnisse der resorbirenden Gefäße bilden das Material für eine Beurtheilung der verschiedenen vorhandenen Erklärungsversuche, und müssen die Richtung und den Gang neuer Untersuchungen bestimmen. Aus diesem Grunde wurden jene Capitel vorausgeschickt.

Es existirt eine große Menge von Ansichten über diesen Gegenstand, worunter freilich nur die zur Sprache kommen können, welche in unserer Zeit noch vorkommen; wegen der älteren kann auch füglich auf Haller's Elementa physiologiae, wo sie mit größter Vollständigkeit zusammengetragen sind, verwiesen werden.

Einige Physiologen haben sich bis in die neueste Zeit noch nicht von den Thatsachen, welche für die Venenresorption sprechen, überzeugen mögen, und schreiben die Function allein den Lymphgefäßen zu. Man stützt sich dann bei der Erklärung auch meistens auf offene Mündungen, und erklärt die Aufnahme der Flüssigkeiten für ein eigenes vitales Vermögen, oder für Wirkung der capillaren Eigenschaften der Gefäße.

Viel Beifall fand Bichat's Meinung, der sich den Vitalisten anschließt. In seiner allgemeinen Anatomie sagt er: »Ich glaube, daß man nie mit Ge»nauigkeit wird bestimmen können, wie eine in eine Flüssigkeit eingetauchte »einsaugende Mündung die Theilchen ergreift und sie in ihrer Röhre stei»gen macht. Unbestreitbar ist es aber, daß die Gefäße dieses Vermögen »ihren vitalen Kräften verdanken, daß bloß die zwischen der besondern Art »von organischer Sensibilität, womit sie begabt sind, und den Flüssigkeiten, »womit sie in Berührung stehen, obwaltende Beziehung die unmittelbare »Ursache der Erscheinung ist.«

Im Grunde genommen sagen die Brownianer mit anderen Worten dasselbe. Die Lymphgefäße mit offenen oder geschlossenen Wurzeln besitzen nach diesen eine besondere Reizbarkeit, und jede andere Flüssigkeit, als Chylus und Lymphe, erregt sie entweder nicht zur Thätigkeit, oder verschließt sie krampfhaft, oder lähmt sie. Und wenn nun Bichat's Sensibilität oder diese Reizbarkeit krankhaft verändert werden, so wird eine abnorme Thätigkeit freilich Alles in die Lymphgefäße führen.

Wie diese Ansichten in der neuesten Zeit vorkommen können, beweis't Bostock im Artikel Absorption der Cyclopaedia of anatomy and physiology von Todd. Daselbst heißt es: »Wir sind nicht im Stande, das fragliche »Phänomen in allen seinen Momenten auf ein bekanntes Gesetz zurückzu-

»führen; wir müssen uns daher mit dem Factum begnügen, daß die Chylus»gefäße das Vermögen besitzen, mit ihren Endigungen manche Substanzen auf»zunehmen, mit denen sie in innige Berührung treten, daß in den meisten »Fällen die Substanzen, welche sie aufnehmen, die Zusammensetzung des Chylus »haben, und daß sie, wenn nicht besondere Umstände obwalten, alle anderen »Substanzen verschmähen;« nachdem die Venenresorption bezweifelt wird.

Andere Physiologen folgen mehr dem Vorgange von Prochaska, der die Venenresorption nicht ganz läugnet, und die Lymphgefäße bloß als auffangende Haarröhrchen betrachtet, wobei er im Darmkanale noch auf den Druck, den die Muskeln auf das zu Resorbirende ausüben, viel zu rechnen scheint.

Die bedeutendsten physiologischen Auctoritäten erkennen die Venen- und Lymphresorption in der Art an, wie wir dieselbe als das Resultat einer großen Anzahl von Beobachtungen schilderten. Die Erklärungen, welche sie geben, weichen aber noch sehr von einander ab. Bald wird die Resorption der Lymph- wie der Blutgefäße lediglich aus physikalischen Eigenschaften der Gefäße erklärt, bald recurrirt man wieder auf organische Kräfte in beiden Fällen, und noch Andere erklären, was erklärlich ist, aus physikalischen Gesetzen, und was nicht in die Augen springt, leiten sie von organischen Eigenthümlichkeiten ab.

J. Müller, ohne den Blutgefäßen die Eigenschaft, welche man Permeabilität thierischer Häute genannt hat, abzusprechen, glaubt indessen, daß organische Wirkungen bei der Resorption der Blutgefäße vorkommen. Hauptsächlich ist es der Uebergang ernährender Flüssigkeiten aus den mütterlichen Gefäßen in die Gefäße des Kindes, welcher gegen die physikalische Erklärung aufgeführt wird. Allein die Ansichten sind keineswegs in völliger Uebereinstimmung über diesen Punkt. Wer Lymphgefäße im Nabelstrang und der Placenta annimmt, wird die Sache ganz anders darstellen, und wer diese läugnet, könnte vielleicht mit Burdach den liquor amnii als Ernährungsflüssigkeit betrachten und den Austausch von Gasarten (die Abgabe von Kohlensäure und die Aufnahme von Sauerstoff) als Function der Placenta ansehen. Wenigstens möchte die angegebene Function der Placenta als hypothetisch erscheinen und somit vielleicht für keine der angegebenen Ansichten sprechen. Die Auffangung von Exsudaten durch die Blutgefäße, die gleichfalls für eine organische Resorptionswirkung angesehen wird, möchte ebenfalls nicht als völlig nachgewiesen zu betrachten sein, und hat außerdem wohl eben so wenig etwas Eigenthümliches, als die Auffangung der Stoffe, welche schon zur Zusammensetzung des Körpers gedient haben, bei der Ernährung.

Ueber die Resorption der Lymphgefäße sagt Müller*) »der Mechanis»mus der Resorption ist noch unbekannt; die Capillarität, mit welcher man »zur Erklärung thierischer Vorgänge so freigebig ist, erklärt nur die An»füllung von Capillarröhrchen, wenn diese leer sind, oder abwechselnd leer »werden, sie erklärt aber nicht das Aufsteigen der Säfte,« und weiter: »bei der Resorption muß irgend eine Anziehung stattfinden.« Als analoge Erscheinung wird die Auffangung und das Aufsteigen des Pflanzensaftes betrachtet, ein Phänomen, welches auch nicht völlig aufgeklärt ist.

Berthold erklärt**) die Auffangung der Blutgefäße aus der Permeabilität thierischer Häute; die Auffangung der Lymphgefäße vergleicht er mit einer Art Reaction nach innen, und meint, wie aus dem Blute nur in der

*) Neueste Ausgabe der Physiologie, I. p. 215.

**) Physiologie, zweite Ausgabe II. p. 169.

Leber die Galle, in den Speicheldrüsen der Speichel abgesondert werde, so werden hier aus den Substanzen, die aufgenommen werden sollen, nur Chylus und Lymphe aufgenommen. Dabei kommt es freilich darauf an, wie man die Secretion erklärt.

R. Wagner scheint die Resorption der Blutgefäße *) als Imbibitionsphänomen anzusehen; dagegen wird die physiologische und anatomische Bedeutung der Lymphgefäße als nicht klar bezeichnet.

Magendie betrachtet die Resorption als die Folge der Permeabilität der Gefäßmembran überhaupt, geht indessen auf die Erklärung der lymphatischen Resorption, soweit er dieselbe überhaupt zugiebt, durchaus nicht ein. Arnold dagegen **) sucht aus den Gesetzen der Permeabilität die specifische Resorption der Lymph- und Blutgefäße zu erklären, wie folgt: »Es dringt also der flüssige Darminhalt, welcher von der Substanz der »Schleimhaut eingesogen wird, auch in die Lymph- und Blutgefäße hin»ein. Der Umstand, daß der Milchsaft in erstere, heterogene flüssige »Stoffe aber in letztere gelangen, findet seine Erklärung erstens in je»nem Capillaritätsphänomen, welches als Endosmosis bezeichnet wurde, »so wie zweitens in der Anziehung, welche das Blut in den Haarge»fäßen auf manche Stoffe ausübt. Da nach der verschiedenen Beschaffen»heit der Häute und deren Capillarattraction zu der einen oder andern »Flüssigkeit, bald die eine in größerm Verhältniß zu der andern über»geht, bald das Umgekehrte statthat, so kann man in der verschiedenen »Natur der Wände der Lymph- und Blutgefäße, sowie in den verschiedenen »Verhalten der von diesen eingeschlossenen Flüssigkeiten zu denjenigen flüssi»gen Materien, welche außerhalb jener Kanäle in der Substanz der Schleim»haut, oder auch in der Höhle des Darmes enthalten sind, eine genügende »Erklärung des Phänomens finden, daß gewisse Flüssigkeiten in die Saug»adern, andere in die Blutgefäße übertreten.«

Es giebt vielleicht noch eine große Anzahl Verschiedenheiten in den einzelnen Ansichten, wesentlich werden sie indessen mit einer der genannten zusammenfallen. Alle kommen darin überein, daß sich keine sichere Erklärung von dem Phänomen geben lasse, und enthalten daher mehr Fingerzeige für weitere Untersuchungen, als Resultate. Die practische Medicin macht indessen an keine Lehre der Physiologie größere Ansprüche, als gerade an diese. Von den Ansichten über Resorption werden die Ansichten über Arzneiwirkungen bestimmt, und in vielen Krankheiten sollen die Indicationen für die Anwendung dieser oder jener Mittel gerade aus diesem Theile der Physiologie fließen. Ich erinnere nur an die Krankheiten, wo es sich darum handelt, flüssige oder feste Exsudate hinwegzuschaffen, in denen die allerverschiedenartigsten Mittel angewandt werden können, ohne daß man eine sichere Indication in den meisten Fällen dafür auffinden kann.

Diese practische Seite der Arbeit ist es hauptsächlich, welche mich dieselbe unternehmen ließ.

Vor allen Dingen mußte ich mir die Frage aufwerfen: »von welcher »Eigenschaft der Gefäßwandungen hängt die Resorption ab?« Da man bis jetzt vergeblich nach freien Mündungen der Lymphgefäße gesucht hat, die ohnedem im Parenchym der meisten Organe nicht einmal gedacht werden können, wie z. B. in Muskeln, so müssen die Flüssigkeiten

*) Physiologie zweites Heft, p. 279.

**) Im zweiten Theile seiner Physiologie, p. 145.

durch die Wandungen der Lymph- und Blutgefäße ohne allen Zweifel hindurchdringen. Alle thierischen Theile nehmen im lebenden wie im todten Zustande Flüssigkeiten auf, mit denen sie in Berührung kommen, und es kommt demnach allen eine Eigenschaft zu, die wir mit dem Namen Imbibition belegen. Wenn sich den Wandungen der Lymphgefäße, wie man sich zudem an größeren Lymphgefäßen in lebenden Thieren überzeugen kann, die Imbibition nicht absprechen läßt, eben so wenig wie den Blutgefäßen, so fragt es sich nun weiter, ob sich die Phänomene der Resorption daraus erklären lassen.

Als einfache Imbibition läßt sich weder die Resorption im Capillar-, noch im Lymphgefäßsysteme darstellen. Man kann bei dieser Eigenschaft nur begreifen, wie Flüssigkeiten in eine Membran gelangen, allein nicht, wie sie durch dieselbe hindurchgehen oder ausfließen, worauf es gerade hier ankommt. Eine Membran, ein Schwamm, irgend ein thierischer Theil in Wasser gelegt, saugt sich wohl voll Wasser, giebt dasselbe aber nicht ab, da in Capillarröhrchen eine Flüssigkeit bloß steigt, aber nicht ausfließt. Man kann nun einer Membran und einem Schwamme die Flüssigkeit auf eine doppelte Weise entziehen, nämlich entweder durch Druck — und der leiseste Druck reicht schon hin, das Ausfließen zu bewirken — oder, wenn ich mich so ausdrücken darf, auf dem Wege der Affinität. Sobald nämlich eine Membran unter gewissen Bedingungen auf beiden Seiten mit verschiedenen Flüssigkeiten in Berührung kommt, ohne daß die letzteren sich in unmittelbarem Contacte befinden, so entstehen durch die Membran Strömungen nach beiden Seiten hin, wodurch sich die Flüssigkeiten mischen. Man hat dieses Phänomen mit dem Namen der Endosmose und Exosmose belegt, und die Gesetze desselben scheinen für die Resorption nicht unwichtig.

a. Ueber Endosmose und Exosmose.

Parrot war wohl der erste, welcher die Erscheinung beobachtete. Er füllte einen Glascylinder mit Weingeist und verschloß dessen Mündung mit einer Blase. So wurde die Vorrichtung in ein mit Wasser angefülltes Glas untergetaucht. Nach Verlauf von wenigen Secunden war eine solche Menge Wasser zum Weingeist gedrungen, daß letzterer stark in die Höhe getrieben wurde, und beim Durchstechen der Blase mit einer Nadel mehre Fuß weit ein Strahl Weingeist durch die Oeffnung heraussprang. Mit dem Phänomene beschäftigten sich weiter Fischer, Dutrochet, Magnus und Poisson, und Dutrochet war der erste, welcher eine doppelte Strömung nachwies. Es geht nämlich nicht bloß Wasser zum Weingeist, sondern Weingeist dringt auch zu gleicher Zeit zum Wasser, nur in geringerer Quantität. Am besten überzeugt man sich von einer doppelten Strömung in diesen Fällen bei Anwendung gefärbter Flüssigkeiten, oder solcher, die sich durch Reagentien leicht wieder erkennen lassen. Giebt man eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer in einen Cylinder, der mit Blase verschlossen ist, und setzt denselben in ein Gefäß mit Wasser, so wird die Kupferlösung steigen, allein im umgebenden Wasser erkennt man früh durch Reagentien das Kupfersalz, und etwas später auch durch die Farbe. Endosmose und Exosmose finden daher meistens gleichzeitig Statt, und Magendie hat nicht ganz Unrecht, wenn er das Phänomen eine Imbibition mit doppelter Strömung nennt.

Die Erklärungsversuche sind sehr verschieden ausgefallen. Dutrochet hat bekanntlich die Ströme von Electricität abgeleitet, welche sich durch zwei heterogene Flüssigkeiten, die durch eine feuchte Membran getrennt sind, eben

so entwickeln soll, wie zwei heterogene Metalle, zwischen denen sich eine feuchte Membran u. s. w. befindet. Ampère war zwar dieser Ansicht zugethan, allein electrische Ströme haben sich nicht nachweisen lassen. Magnus und Poisson haben die Imbibition mit doppelter Strömung als Capillaritätsphänomen betrachtet, und zwar glaubt Magnus, daß mit den capillaren Eigenschaften der Membranen die Möglichkeit des Durchfließens gegeben sei, das Durchfließen selbst aber durch die wechselseitige Anziehung der Flüssigkeiten bewirkt werde.

Die letztere Ansicht hat sehr viel für sich, und man kann sie die herrschende nennen; sie bedarf indessen einiger Modificationen, wie sich aus dem Folgenden ergeben möchte, da sich nicht alle Momente der Erscheinung auf die angegebene Weise erklären.

Um die Gesetze der Endosmose näher zu bestimmen, wurden eine Menge Versuche von mir angestellt, in denen ich hauptsächlich folgende Fragen zu lösen mich bemühte.

Die erste Frage war: Wirken elastische und tropfbare Flüssigkeiten, wenn sie durch eine feuchte thierische Membran getrennt sind, eben so auf einander ein, als wenn sie frei mit einander in Berührung kommen, oder werden hier Eigenthümlichkeiten beobachtet?

Bei Gasen, die entweder frei, oder in Flüssigkeiten aufgelöst, durch eine Membran in Verbindung treten, läßt sich die Frage gleich entscheiden. Es ist bekannt, daß sie sich mit einander nach den bekannten Diffusionsgesetzen mischen. Eine zur Hälfte mit atmosphärischer Luft angefüllte feuchte Blase, zugebunden in eine mit Kohlensäuregas gefüllte und über Wasser stehende Glasglocke gebracht, schwillt bis zum Zerplatzen an, ohne daß viel atmosphärische Luft entweicht. Wir wissen ferner, daß, wenn eine Flüssigkeit ein Gas aufgelöst enthält, dieselbe das Gas nicht abgiebt, so lange sie unter dem Drucke derselben Gasart steht; kommt sie aber mit einer andern Gasart in Verbindung, dann tauschen sich beide Gasarten bis zum Gleichgewicht der Vertheilung aus. Wir sehen daher venöses Blut, welches in einer feuchten Blase der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, röther werden, indem es einen Theil Kohlensäure abgiebt und Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft dafür aufnimmt.

Mit tropfbaren Flüssigkeiten ist es nicht anders. Sobald sie auf einander einwirken, ist die Wirkung dieselbe, als wenn sie frei mit einander in Berührung kommen. Auflösungen organischer und unorganischer Körper, die sich mit Wasser mischen, mischen sich in einem Cylinder, der mit Blase verschlossen ist und in ein Gefäß mit Wasser gestellt wird, eben so vollständig, als wären sie frei mit einander in Berührung. Die Mischung erfolgt in vielen Fällen langsamer, in anderen dagegen schneller. Eine Eiweisauflösung in ein Glas gebracht und Wasser darüber gegossen, bleiben in der Ruhe sehr lange wenigstens getrennt; eine Eiweislösung dagegen, in einen Glascylinder, der mit Blase verschlossen ist, gegossen und in Wasser gestellt, mischt sich weit schneller mit dem Wasser, selbst in der Ruhe. Eben so verhalten sich Flüssigkeiten und Lösungen, die sich mit Weingeist mischen, und verschiedene Salzlösungen unter einander selbst, wie z. B. schwefelsaures Kupfer und chromsaures Kali. Zersetzen sich die Flüssigkeiten, so tauschen sich, während sie sich mischen, ihre Bestandtheile aus, ohne oder mit Bildung von Niederschlägen, wie es auch sonst der Fall ist. In einem Stück Darm eine Auflösung von Eisenchlorid gefüllt und zugebunden in eine Lösung von

Schwefelcyankalium gelegt, trifft man bald darauf eine blutrothe Flüssigkeit in und außerhalb des Darmes. Eine Auflösung von Blutlaugensalz in ein Darmstück gefüllt und dieses zugebunden in eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul gelegt, so entsteht entweder im Darme oder außerhalb desselben ein blauer Niederschlag, bei chromsaurem Kali und essigsaurem Blei ein gelber u. s. w.

Flüssigkeiten, welche sich sonst nicht mischen, mischen sich auch nicht unter den angegebenen Verhältnissen. Ein fettes Oel und Wasser mischen sich auch nicht mit Hülfe einer feuchten Membran, eben so wenig Weingeist mit einem fetten Oele, oder manche Salzlösungen mit fettem Oele.

Es mischen sich indessen nicht alle Flüssigkeiten, die sich sonst mischen, und dieser Umstand veranlaßt die zweite Frage: welches sind die Bedingungen, unter denen Flüssigkeiten durch eine Membran sich mischen, oder mit einander in Wechselwirkung treten?

Einmal finden keine Strömungen durch die Membran hindurch Statt, wenn die Flüssigkeiten auf beiden Seiten völlig gleich sind. Wasser im innern Cylinder und im äußern zeigt keine oder nur unbedeutende Niveauveränderungen, die von der Verdunstung abzuleiten sind; eben so ist es mit gleich concentrirten Salzlösungen und Lösungen anderer Körper, wie auch Magnus beobachtet hat *). Sollen Strömungen durch die Membran entstehen, müssen die Flüssigkeiten entweder eine ungleiche Concentration besitzen, oder völlig verschieden sein, oder chemische Affinitäten gegen einander äußern können.

Es zeigt sich indessen, daß die Grenze für die Flüssigkeiten, zwischen denen ein Austausch möglich ist, noch nicht eng genug gezogen ist, und es ist hiermit nur eine Bedingung der Endosmose aufgefunden.

Alle Flüssigkeiten, welche die Membran zersetzen, oder bei der Berührung mit thierischen Theilen sich zersetzen, schließen nothwendigerweise Strömungen aus. Daher müssen starke Säuren sehr verdünnt angewandt werden, wenn sie durch eine Membran hindurch auf eine andere Flüssigkeit wirken sollen, ohne sie zu zerstören, und bei manchen Gold-, Silber- und Zinnsalzen tritt nach Fischer's Angabe **) weder Endosmose noch Exosmose ein, weil sie zersetzt und theilweise reducirt werden durch die thierische Blase.

Für noch andere Flüssigkeiten muß ein anderer Grund sich auffinden lassen, weßhalb sich bei ihnen keine Ströme hervorbringen lassen, während sie sich doch sonst mischen und auch nicht auf die Membran wirken. Gieße ich nämlich ein fettes Oel in einen Glascylinder, der unten mit einer feuchten Membran verschlossen ist, z. B. Mandelöl, und setze den Cylinder in ein Glas mit Olivenöl, so mischen sich beide Flüssigkeiten nicht, sondern bleiben völlig getrennt. Da eine trockene Blase sich mit Mandel-, Oliven-, Leinöl u. s. w. namentlich in der Digestionswärme tränkt, so muß man zuerst daran denken, ob nicht das Wasser in den Poren der feuchten Blase die Einwirkung beider Flüssigkeiten auf einander verhindert. Die nöthigen Versuche waren sehr leicht aufgefunden und ausgeführt. Trockene Membranen wurden nämlich mit Oel und mit concentrirtem Weingeist getränkt und die Wirkungen beobachtet.

Mehre Glascylinder wurden unten mit Membranen, die mit Leinöl

*) Poggendorf's Annalen X. Bd. p. 165.

**) Ebendaselbst, XI. Bd. p. 129.

getränkt und sorgfältig abgerieben waren, so daß sie keine Oeltropfen mehr im Wasser abgaben, zugebunden. In zwei wurde schwefelsaures Kupfer gebracht und einer in Wasser, der andere in eine Auflösung von Blutlaugensalz gestellt. Im erstern kam keine Veränderung des Niveaus mehre Tage lang vor, und bei letzterm entstand nach acht Tagen noch kein Niederschlag. Bei einer feuchten Membran würde die Mischung beider Flüssigkeiten in mehren Minuten eingetreten sein. Ein drittes Cylinderglas, mit einer gleichen Membran verschlossen, wurde mit gelös'tem chromsaurem Kali gefüllt und in eine Auflösung von essigsaurem Blei gestellt. Nach wenig Minuten war ein gelber Niederschlag in dem Gefäße mit der Bleilösung entstanden, der sich immer vermehrte. Wenn demnach eine Membran mit Oel getränkt ist, so gehen keine Flüssigkeiten durch sie hindurch, welche sich nicht mit dem Oel mischen, oder sich nicht darin auflösen und damit verbinden.

Mit Weingeist war es nicht anders. Mehre Glascylinder wurden mit Membranen verschlossen, welche in sehr concentrirtem Weingeist getränkt waren, und in einen eine concentrirte Auflösung von Blutlaugensalz gefüllt, worauf er in ein Glas mit concentrirter schwefelsauren Kupferlösung gestellt wurde; ein anderer, mit einer concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Kupfer gefüllt, wurde in eine concentrirte Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul gesetzt. In beiden waren nach mehren Tagen noch keine rostfarbenen Niederschläge, die sonst sehr schnell sich bilden. Wurde dagegen in einen so verschlossenen Cylinder Blutlaugensalz in concentrirter Lösung gegeben, und derselbe in eine Auflösung von Eisenchlorid gestellt, so entstand sehr bald der bekannte Niederschlag im innern Cylinder, da nur Eisenchlorid sich etwas in Weingeist lös't und folglich durch die Blase hindurchgehen konnte. Durch Weingeist, mit welchem eine Blase getränkt ist, gehen also auch nur die Flüssigkeiten, welche sich mit Weingeist lösen und verbinden; andere dagegen werden, wenigstens für eine längere Zeit, dadurch getrennt.

Mit Wasser brauchte ich keine Versuche anzustellen; die vorhandenen genügten in jeder Hinsicht, um dasselbe Gesetz für diese Flüssigkeit nachzuweisen. Gase werden sehr leicht im Allgemeinen vom Wasser aufgenommen, und daher gehen sie sehr leicht durch feuchte thierische Theile hindurch, d. h. sie werden von dem Wasser der Blase aufgelös't und verdunsten auf der andern Seite wieder daraus. Die meisten Flüssigkeiten werden vom Wasser aufgenommen, und die meisten Körper lösen sich in Wasser, und aus dem Grunde ist auch die große Anzahl von Flüssigkeiten erklärlich, zwischen denen Endosmose und Exosmose unter den angegebenen Bedingungen vorkommt.

Das Vorausgeschickte läßt folgendes Gesetz für die Endosmose deutlich erkennen. Zwei verschiedenartige Flüssigkeiten mischen sich durch eine thierische Membran, wenn sie die letztere nicht zersetzen oder von derselben zersetzt werden, und sich mit der Feuchtigkeit, die in den Poren der Membran sich findet, mischen oder verbinden können.

Weiter mußte bestimmt werden, wodurch die Ströme durch die Membran hin hervorgerufen werden, und nach welchen Gesetzen dieselben erfolgen.

Als Ursache der Ströme könnte man einmal die Schwere betrachten, vorausgesetzt, daß dieselben nach statischen Gesetzen erfolgten. Allein das ist nicht der Fall; es spricht einmal dagegen, daß homogene Flüssigkeiten nicht durch die Membran hindurchgehen, selbst wenn das Niveau derselben

sehr verschieden ist. Noch weit mehr spricht gegen diese Ansicht der Umstand, daß die Ströme aus dem äußern in das innere, und aus dem letztern in das erstere Gefäß nicht aufhören, wenn beide Flüssigkeiten gleiches Niveau erreicht haben, oder sich das Gleichgewicht halten, sondern dann, wenn beide gleichartig geworden sind, oder ihre Bestandtheile wenigstens ausgetauscht haben. Ob die Schwere indessen ganz gleichgültig ist, habe ich nicht weiter untersucht, da die Untersuchung kein physiologisches Interesse haben kann.

Die Ursache kann man weiter in der Anziehung suchen, welche heterogene Flüssigkeiten auf einander ausüben, und dafür sprechen die Phänomene, soweit sie bekannt sind, ohne Ausnahme. Dieses Moment fehlt bei homogenen Flüssigkeiten, wo auch keine Ströme vorkommen; es hört auf zu wirken, wenn heterogene Flüssigkeiten homogen geworden sind, oder die möglichen Zersetzungen stattgefunden haben. Ein Versuch von Fischer bestätigt hauptsächlich diese Meinung *). Er füllte eine Glasröhre, welche unten mit Blase verschlossen war, mit destillirtem Wasser, stellte dieselbe so in eine Kupferauflösung, daß deren Oberfläche um einen Zoll höher, als das Wasser in der Röhre stand, und um das Einströmen schnell wahrzunehmen, hatte er einen Eisendraht in das Wasser gehenkt. Den gewöhnlichen Gesetzen nach hätte das Wasser fallen müssen. Fischer sagt selbst: »Zu meinem Erstaunen stieg das Wasser in der Röhre höher an und zwar »so hoch, daß es nicht nur ins Niveau mit dem äußern kam, sondern nach »einigen Wochen bis an die obere Mündung der Röhre, mehr als vier Zoll »über der Fläche der äußern Flüssigkeit stand. Zugleich erfolgte die Re»duction des Kupfers durch das Eisen.« Der Versuch läßt sich auch so anstellen, daß man den kürzern Schenkel einer gebogenen Glasröhre mit feuchter Blase verschließt, und nun die ganze Glasröhre mit einer Kupferauflösung füllt. Es fließt nichts durch die Blase aus. Legt man dagegen Eisenstückchen auf die Blase, so fließt die Flüssigkeit aus und das Kupfer wird reducirt.

Wir müssen demnach diese Anziehung heterogener Flüssigkeiten als wesentlichste Bedingung für den Durchgang derselben durch feuchte Membranen betrachten. Die Art des Durchfließens aber kann von anderen Momenten abhängig sein. Die Verschiedenheiten, welche ich hinsichtlich des Durchfließens beobachtete, und die auch zum großen Theile von Anderen beobachtet sind, möchten folgende sein.

Einmal kommt es vor, daß nur ein einfacher Strom vorhanden ist; die Flüssigkeit im innern Cylinder geht nur zu der im äußern, und die letztere nicht zur erstern. Dann kommen doppelte Ströme vor, die in den meisten Fällen ungleich sind (es geht mehr von der Flüssigkeit im äußern Cylinder zu der in dem innern, oder umgekehrt), in manchen Fällen aber auch gleich sein können (es geht eben so viel Flüssigkeit von innen nach außen, als von außen nach innen).

Einen einfachen Strom habe ich in den Fällen constant gefunden, wenn zwei Salzlösungen sich durch doppelte Wahlverwandtschaft unter Bildung eines Niederschlages zersetzen. Der Niederschlag findet sich in diesen Fällen immer in der Membran und auf der einen oder anderen Seite, nie auf beiden Seiten. Die Seite, wo sich der Niederschlag bildet, ist bei verschiedenen Lösungen sehr verschieden. Wendet man chromsaures Kali und essig-

*) Gilbert's Annalen Bd. 72, S. 303.

saures Blei an, so entsteht der Niederschlag immer in der Membran und auf der Seite der Bleilösung, welche Concentration die verschiedenen Lösungen auch haben mögen. Andere Salze verhalten sich anders. Gleich concentrirte Auflösungen von Blutlaugensalz und Eisenchlorid, durch eine Membran getrennt, zersetzen sich so, daß der Niederschlag auf der Seite des Blutlaugensalzes sich bildet; bei Blutlaugensalz und schwefelsaurem Kupferoxyd entsteht der Niederschlag auf Seite des letztern, wenn die Lösungen ganz concentrirt sind. Wiederum erscheint der Niederschlag auf der Seite, wo sich die concentrirteste Lösung befindet, wenn Blutlaugensalz und Eisenchlorid, oder ersteres und schwefelsaures Kupfer von verschiedener Concentration angewandt werden.

Wo doppelte Strömungen vorhanden sind, ist es eine constante Beobachtung, daß in dem Falle, wo man Wasser und eine andere Flüssigkeit, gleichviel welche, anwendet, die stärkere Strömung immer vom Wasser zur andern Flüssigkeit beobachtet wird. Daher steigt immer in dem Gefäße, wo sich der Weingeist, die Salz- oder Zuckerlösung u. s. w. befindet, die Flüssigkeit, nie in dem Gefäße, wo sich das Wasser befindet. Enthalten beide Flüssigkeiten aufgelös'te Substanzen, so geht die, welche sich am leichtesten lös't, zur weniger löslichen in größerer Quantität, als umgekehrt bei gleicher Concentration in vielen Fällen. Eine Schwefelcyankaliumlösung geht daher schnell und in größerer Quantität durch die Wandung eines Darmstückes, welches eine Eisenchloridlösung enthält, als die letztere zur erstern. Dagegen geht eine gleichconcentrirte Auflösung von schwefelsaurem Kali zu einer concentrirten Lösung von essigsaurem Kali leichter, als die letztere zur erstern, wie Magnus sah. In anderen Fällen geht die weniger concentrirte Lösung zur concentrirtern; eine concentrirte Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, mit einer verdünnten Auflösung von chromsaurem Kali durch eine feuchte Membran in Verbindung gesetzt, nimmt von der letztern mehr auf, als sie an dieselbe abgiebt, während bei gleicher Concentration beider Flüssigkeiten beide in gleichem Maaße aufnehmen und abgeben. Man sieht nämlich, wo man eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd in ein Glas gießt, und darein einen mit feuchter Blase verschlossenen Cylinder setzt, der eine concentrirte Auflösung von chromsaurem Kali enthält, die grünlich-blaue Auflösung des Kupfers immer mehr braun-grün werden, während das chromsaure Kali anfangs heller, und später immer mehr grünlich wird, ohne daß Niveauveränderungen vorkommen.

Diese verschiedenen Fälle kann man unmöglich aus der verschiedenen Affinität der Substanzen unter sich erklären; denn das chromsaure Kali hat nicht mehr Affinität zum Blei, als das Blei zum Kali, das Wasser wird nicht stärker von einer Kochsalzlösung angezogen, als diese vom Wasser, und beim Weingeist, der sich in allen Verhältnissen mit Wasser mischt, läßt sich gar nicht von einer stärkern Anziehung sprechen.

Wenn ein einziger Strom entsteht, bei Lösungen, die sich mit Bildung eines Niederschlags zersetzen, so scheint hier der Grund ein mechanischer zu sein. Die Flüssigkeiten kommen in der Membran mit einander in Berührung, und die gebildeten Niederschläge können nicht durch dieselbe hindurchgehen, und müssen daher auf einer Seite bleiben. Es fragt sich dabei aber immer: durch welches Moment wird die Seite des Niederschlags bestimmt, oder wovon hängt es ab, daß die eine Flüssigkeit leichter zur andern geht, als umgekehrt?

Das Einfachste ist, hierbei an die verschiedene Steighöhe verschiedener

Flüssigkeiten in Capillarröhren zu denken, wie es von Poisson und Magnus geschehen ist. Wasser steigt höher als Salzlösungen, diese besser als Weingeist u. s. w. in Capillarröhren und wird daher besser durch dieselben hindurchgehen. In vielen Fällen ist die Erklärung völlig zulässig, vorausgesetzt, daß man annehmen darf, in organischen Capillarröhren verhalte sich die Steighöhe verschiedener Flüssigkeiten anders, als in unorganischen, z. B. gläsernen, wie Poggendorf *) bereits gethan hat. Weingeist geht langsamer durch eine Membran als Wasser, da Weingeist die organische Substanz verändert, wie anatomische Präparate zeigen. Das essigsaure Blei wirkt abstringirend, eben so das schwefelsaure Kupfer, und man kann sich daher nicht wundern, wenn sie durch Membranen weniger gut, als andere Flüssigkeiten hindurchgehen. Essigsaures Kali geht weniger gut hindurch als schwefelsaures Kali, wenngleich die Concentration dieselbe ist; man findet aber auch in vielen thierischen Flüssigkeiten essigsaure Alkalien, und darf diesem Salze daher ebenfalls eine größere Wirkung auf thierische Theile zuschreiben.

Dutrochet macht indessen schon die Bemerkung, daß manche Fälle sich nicht auf diese Weise erklären lassen. In Capillarröhren ist die Steighöhe des Olivenöls größer, als die des Lavendelöls, die des letztern größer als des Weingeistes. Gießt man in einen Cylinder, der mit feuchter Blase verschlossen ist, Olivenöl und stellt ihn in Lavendelöl, so steigt bei einer Temperatur von wenigstens + 15° R. das Olivenöl, und das Lavendelöl fällt. Nimmt man Weingeist und Lavendelöl, so fällt der erstere und das letztere steigt, während nach gewöhnlichen Capillaritätsgesetzen in beiden Fällen das Umgekehrte stattfinden müßte. Beide Fälle weisen indessen auch ziemlich deutlich auf die Erklärung hin. Man hat es nämlich nicht mit leeren, sondern mit Capillarröhren, die mit Wasser gefüllt sind, zu thun. Durch dieses Wasser müssen sich die beiden Flüssigkeiten ausgleichen, und je nachdem sie sich schwieriger oder weniger schwierig mit dem Wasser mischen und verbinden, müssen die Erscheinungen verschieden ausfallen. Das Olivenöl verbindet sich gar nicht mit Wasser, das Lavendelöl nur wenig; in diesem Falle kann nur das letztere durch die Membran hindurchgehen. Lavendelöl löſ't sich wenig, der Weingeist mischt sich in allen Verhältnissen mit Wasser; es kann daher nur wenig Lavendelöl im Vergleiche zum Weingeist durch dasselbe hindurchströmen. Das Verhältniß der Flüssigkeiten zu der Feuchtigkeit, welche die Blase enthält, ist es hauptsächlich, wodurch in den meisten Fällen die Ströme hinsichtlich ihrer Stärke bestimmt werden. Bei Salzlösungen und Wasser geht immer mehr Wasser durch die feuchte Membran als Salz, nicht weil das Wasser besser steigt als die Salzlösung, sondern weil die Salzlösung Wasser in allen Verhältnissen aufnimmt, die geringe Quantität Wasser in der Membran aber nur eine geringe Menge Salz aufzulösen vermag, also nur eine bestimmte Menge hindurchlassen kann. Eben so ist es mit Auflösungen organischer Körper, wie Zucker, Gummi, Eiweis u. s. w. Bei Lösungen verschiedener Körper, welche die Membran nicht verändern, oder durch dieselbe verändert werden, wird die löslichste in größerer Quantität durch die feuchte Membran gehen, als die unlöslichere, vorausgesetzt, daß sie gleiche Concentration haben; wo die Concentration ungleich ist, wird die dünnere Lösung zur dichtern leichter gehen, als umgekehrt, wie wir es in

*) Annalen X. p. 142. Anmerkung.

vielen Fällen beobachteten. Für jeden einzelnen Fall wird man die Erklärung suchen müssen; das Phänomen ist so complexer Natur, daß die Theorie nichts weiter thun kann, als die Momente zu entwickeln, welche dabei berücksichtigt werden müssen; sie muß vor der Hand wenigstens darauf verzichten, Uebersichten aufzustellen, nach denen man jeden Fall in seinen Eigenthümlichkeiten schon im voraus bestimmen könnte.

Was sich nach dem Vorausgegangenen über Endosmose und Exosmose im Allgemeinen sagen läßt, möchte Folgendes sein.

»Wenn eine feuchte Membran dem Drucke zweier Flüssigkeiten ausgesetzt ist, so treten dieselben durch jene mit einander in Wechselwirkung, »vorausgesetzt, daß sie sich mit der Feuchtigkeit, welche die Membran enthält, mischen oder verbinden. Es geht nur eine dieser Flüssigkeiten durch »die Membran, wenn nur eine sich in der Feuchtigkeit derselben lös't, oder »wenn mechanische Hindernisse, wie Niederschläge vorkommen. Wo Beides »nicht der Fall ist, giebt es doppelte Strömungen. Die Ströme sind gleich »oder ungleich hinsichtlich der Stärke, wenn die Affinität der Flüssigkeiten »zur Substanz der Blase gleich oder ungleich ist, oder wenn die Flüssigkeiten »sich beide gleich leicht, oder die eine schwieriger als die andere mit der »Feuchtigkeit der Blase mischen und verbinden.«

Ehe wir indessen das physikalische Phänomen verlassen, möchte es nicht ohne physiologisches Interesse sein, die Erfahrungen über die Schnelligkeit, womit heterogene Flüssigkeiten durch eine feuchte Membran auf einander einwirken, anzuführen. Im Allgemeinen erfolgt die Einwirkung langsamer, als wenn die Flüssigkeiten frei mit einander in Berührung sind. Eine Salzlösung und Wasser, Weingeist und Wasser mischen sich frei sehr viel schneller, als durch eine Membran hindurch. Es giebt indessen Fälle, wo die Mischung durch eine Membran schneller erfolgt, als unter gewöhnlichen Bedingungen. Sehr visköse Flüssigkeiten, wie Gummiauflösungen, flüssiges Eiweis, können in einem Glase lange mit einander in Berührung bleiben; wofern man sie nicht umrührt, mischen sie sich nur sehr schwer und nicht vollständig. Dieselben Körper durch eine feuchte Membran mit Wasser in Verbindung gesetzt, mischen sich auffallend schnell und vollständig. Dutrochet glaubt, daß diese Fälle gerade für elektrische Ströme sprechen, die bei der Endosmose sich thätig erwiesen; allein die Bedingungen genauer betrachtet, kann noch eine andere Erklärung gegeben werden. Visköse Flüssigkeiten mischen sich mit Wasser unter Umrühren, oder wenn man sie peitscht, sehr leicht, weil man dadurch gewissermaßen die Molekule beider Flüssigkeiten mit einander in Berührung bringt, während sie in der Ruhe sich nur mit einer großen Fläche gegenseitig berühren. Da nun das Wasser in einer Membran in einer außerordentlich großen Anzahl kleiner Poren vertheilt gedacht werden muß, so mischen sich die angegebenen viskösen Flüssigkeiten durch eine Membran offenbar deßhalb so leicht mit dem Wasser, weil die Berührungsflächen so vermehrt sind, daß eine Molekular-Berührung, wenn ich mich so ausdrücken darf, wie beim Peitschen und Umrühren stattfindet.

Sehr schnell sind ferner die Phänomene der Endosmose beendigt, wenn Zersetzungen durch doppelte Wahlverwandtschaft vorkommen. So kann eine concentrirte Auflösung von Eisenchlorid in einem mit feuchter Blase verschlossenen Cylinder Tage lang in einem Gefäße mit Wasser stehen, ehe beide Flüssigkeiten homogen werden. Dagegen in einer Auflösung von Schwefelcyankalium dauert es kaum einige Stunden, bis die Niveauveränderungen

beendigt sind und in beiden Gefäßen eine gleiche dunkelbraunrothe Flüssigkeit sich findet.

Was die übrigen Fälle anlangt, so wird das Wasser immer am schnellsten durch die Membran hindurchgelassen, und alle anderen Flüssigkeiten gehen, wenn sie nicht eine besondere Wirkung auf die Substanz der Membran ausüben, um so schneller durch die letztere, je flüssiger und flüchtiger sie sind. Aether schneller als Weingeist, dieser schneller als Salzlösungen, und die letzteren schneller als die viskösen Gummi- und Eiweißlösungen.

Die Dicke der Membran hat natürlich auf die Schnelligkeit Einfluß. Wie schnell durch eine sehr dünne Membran eine Flüssigkeit hindurchgeht, zeigt ein sehr schöner Versuch von J. Müller. Man kann die Harnblase eines Frosches, ein sehr dünnes Häutchen, über ein kleines Gläschen mit engem Halse, das man mit einer Auflösung von Blutlaugensalz nur zum Theil füllt, anspannen. Läßt man nun auf das Häutchen einen Tropfen einer Eisenchloridauflösung fallen und dreht es in dem Momente um, so daß die Auflösung von Blutlaugensalz mit der innern Fläche in Berührung kommt, so erfolgt die Bildung des bekannten Niederschlages augenblicklich. Füllt man dagegen die geöffnete Brusthöhle eines Kaninchens mit einer Eisenchloridlösung, und die Bauchhöhle mit einer Auflösung von Blutlaugensalz, so mischen sich die Flüssigkeiten durch das dicke Zwergfell hindurch nur sehr langsam.

Bei Erwähnung des letzten Versuches mag noch eine hierher gehörige Beobachtung von Fodera Platz finden. In dem angegebenen Falle soll die Mischung augenblicklich zu bewerkstelligen sein, wenn man einen leichten galvanischen Strom durch das Zwergfell leitete. Es erschiene in diesem Falle die Electricität als ein Beschleunigungsmittel. Ein anderer Fall könnte indessen für die practische Anwendung, bei der Entfernung von Exsudaten aus dem Körper zum Beispiel, viel wichtiger werden. Nämlich Wollaston und Porret schnitten eine offene Glasschaale in zwei senkrechte Hälften, spannten dann über die Schnittränder dünne Thierblasen, so daß beide Hälften zusammengefügt wieder eine ganze Schaale mit einen Zwischenrand von Thierblase darstellten; sie kitteten darauf die Ränder mit Siegellack an einander, füllten dann die eine der Zellen mit Wasser, während sie in die andere Hälfte nur einige Tropfen brachten, und tauchten nun in die letztere den — E-Drath einer galvanischen Batterie, deren + E-Drath in das Wasser der vollen Hälfte reichte; es wurde dann der Wasserstoff des zerlegten Wassers vom + Pol zum — Pol, und der Sauerstoff vom — Pol zum + Pol durch die Blase hindurchgeleitet, auch das Wasser aus der vollen Hälfte des + Pols in die fast leere Hälfte des — Pols, so daß es zuletzt in der letztern höher stand als in der erstern. In diesem Falle wäre das Phänomen nicht bloß beschleunigt durch Electricität, sondern unter Bedingungen hervorgerufen, unter welchen es sonst nicht stattgefunden hätte. Zu gleicher Zeit spräche auch dieser Fall noch gegen die electrische Theorie von Dutrochet.

In dem thierischen Organismus scheint die Endosmose und Exosmose eine große Rolle zu spielen, und um so mehr müssen die Gesetze derselben erforscht werden. Um die Wichtigkeit derselben auch für andere Vorgänge des thierischen Lebens zu zeigen, mag nur die Secretion hier erwähnt werden. Wir wissen, daß die Form der Drüsen und die Anordnung der Drüsenkanälchen für die specifische Absonderung gleichgültig ist; in röhrigen Drüsen und in Drüsen mit verzweigter Grundlage wird z. B. Speichel abgesondert. Kann indessen nach dem Vorausgegangenen die Substanz der Drüsenkanäle

mit ihrem Gehalte an eigenthümlichen thierischen Bestandtheilen und Feuchtigkeit ebenfalls als gleichgültig angesehen werden? Oder müssen nicht vielmehr die Blutstoffe, welche in Drüsenkanäle übergehen, verschieden sein nach der Verschiedenheit jener Substanz, also andere auf den Schleimhäuten, andere in der Leber, den Speicheldrüsen und andere in den Nieren? Da ferner die Flüssigkeiten um so leichter durch eine Membran gehen, je mehr sie verdünnt, und um so schwieriger, je visköser sie sind, so kann in einer Drüse, welche das Blut sehr schnell durchkreis't, nur ein Secret vorkommen, welches sehr viel Wasser und leicht lösliche Bestandtheile enthält, also sehr flüssig ist, während in einer Drüse, in welcher das Blut langsam fließt, ein viskösere Secret gebildet werden muß. Die Nierenarterien sind kurz, verästeln sich außerordentlich rasch, und das Blut muß in diesen Gebilden sehr schnell kreisen, da Verletzungen derselben in kurzer Zeit sehr viel Blut liefern, und das Secretionsproduct der Nieren ist daher sehr flüssig. Beim Hoden, der ein sehr visköses Secret liefert, verhalten sich die Blutgefäße ganz anders; sie verlaufen sehr lange, ehe sie in das Organ kommen, machen viele Windungen und bilden an dem Gebilde selbst vielfache Anastomosen, wodurch der Blutlauf sehr verlangsamt werden muß. Ohne weiter auf diesen Gegenstand hier einzugehen, kehren wir zur Resorption zurück.

b. Die Imbibition als Ursache der Resorption.

Die Imbibition als Ursache der Auffaugung zu betrachten, heißt wohl nichts weiter, als nachzuweisen, daß die Erscheinungen und Gesetze der Resorption analog den Erscheinungen und Gesetzen der Imbibition sind. Vor allen Dingen entsteht die Frage: was kann in die Lymph- und Blutgefäße gelangen, wenn es nach den Gesetzen der Imbibition aufgenommen wird?

Ohne einen großen Irrthum zu begehen, kann man die Lymph- und Blutgefäße als feuchte membranöse Röhren betrachten, und in diesem Falle würde nichts aufgenommen werden, was nicht in Wasser löslich oder gelös't wäre, oder mindestens im Organismus in einen löslichen Körper verwandelt werden könnte. Wie sehr dieses mit der früher geschilderten Erfahrung stimmt, braucht nur angedeutet zu werden. Ein einziges Factum scheint dagegen zu sprechen, nämlich die Aufnahme fetter Oele. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sie aufgenommen werden, nur fragt es sich, ob als Oele oder in einer andern Form. Für die letztere Ansicht spricht der Umstand, daß Oele und Fette sehr lange im Darmkanale verweilen, oft unverändert aus dem Magen in den Darmkanal kommen und, in größerer Menge genossen, in die Excremente übergehen und deren Excretion beschleunigen. Wir unterbrechen ferner durch die Anwendung fetter Körper die Resorption. Kann man eine Wunde mit einfachen Linimenten und Salben in einer andern Absicht bedecken, als um die Einwirkung der Luft und anderer Flüssigkeiten abzuhalten, und finden wir nicht überall, wo im Organismus ein Gebilde vor der Imbibition von Flüssigkeiten geschützt werden soll, ölige Absonderungen? Wir wollen es nicht in Anschlag bringen, daß Anatomen sich vor der Einwirkung krankhafter Secretionsproducte bei Sectionen zu schützen glauben durch Einölen der Hände, und daß Trinker von Profession behaupten, durch den Genuß einiger Löffel Oel vor der Aufnahme größerer Quantitäten spirituöser Flüssigkeiten die Wirkungen derselben weit hinaus zu schieben, also die Resorption eine Zeitlang zu verhindern. Alles weis't uns darauf hin, daß Fette und fette Oele nicht als solche, sondern in anderen

Verbindungen, sei es in emulsivem oder verseiftem Zustande, aufgenommen werden, was weiteren Untersuchungen anheimgestellt werden kann.

Eben so leicht lösen sich nach den Imbibitionsgesetzen die Eigenthümlichkeiten der Resorption der Blutgefäße. Daß sich ihre Wandungen mit Flüssigkeiten tränken, ist keine Frage. In die Wandungen derselben können aufgelös'te Blutstoffe gelangen, ausfließen aber nur die, welche die umgebenden Theile aufnehmen, und von fremden Substanzen wird die Wandung derselben ebenfalls Alles, was in gelös'ter Form mit ihr in Berührung kommt, aufnehmen, sie kann aber nach innen nur das abgeben, was sich mit dem Blute mischt oder verbindet, oder richtiger, was vom Blute angezogen wird. Das Blut, als eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit, wird eine Anziehung gegen eine große Menge anderer Flüssigkeiten ausüben, die sich jetzt freilich nicht anders als durch Erfahrung alle bestimmen lassen; aber einige Flüssigkeiten, die mit den Gefäßen in Berührung kommen, oder in steter Berührung sind, ohne vom Blute angezogen und aufgenommen zu werden, lassen sich sehr leicht bestimmen, es sind nämlich Chylus und Lymphe. Beide haben gleiche Concentration und Zusammensetzung mit dem liquor sanguinis, dem flüssigen Theile des Blutes, und zwischen homogenen Flüssigkeiten findet keine Endosmose und Exosmose Statt.

In den Blutgefäßen muß die Resorption sehr schnell erfolgen. Die Lage organischer Substanz, welche die Capillargefäßnetze deckt, ist so dünn an den meisten Stellen, daß sie kaum in Rechnung kommt; von Gasen und sehr flüssigen Substanzen wird sie augenblicklich durchdrungen. Man sieht dieses sehr auffallend in den Respirationswegen. Wenn ich Kaninchen in eine Jugularvene sehr langsam Alkarsin spritzte, so zeigte sich fast im Momente der Injection in der ausgeathmeten Luft der unangenehme eigenthümliche arsenikalische Geruch. Es war demnach das Alkarsin außerordentlich schnell durch den Sauerstoff der Atmosphäre oxydirt und aus dem Blute ausgeschieden. Die Schnelligkeit in der Aufnahme fremder Substanzen muß ferner dadurch beträchtlich vermehrt werden, daß sehr häufig chemische Affinitäten mitwirken, wie in dem eben angeführten Falle und bei vielen Salzen und mineralischen Körpern. Und wie viel muß zur schnellen Aufnahme von Flüssigkeiten die beständige Bewegung des Blutes beitragen, da an die Stelle einer gesättigten Blutwelle ununterbrochen eine neue tritt, während zu gleicher Zeit das Aufgenommene den verschiedenen Secretionswerkzeugen zugeführt und von denselben ausgeschieden werden kann? Die Wirkung eines beständigen Stromes, durch welchen zugleich das Aufgenommene entfernt wird, läßt sich durch Versuche anschaulich machen. Man nehme ein Darmstück eines Kaninchens von ungefähr einem Fuß Länge, und lasse so lange Wasser hindurchgehen, bis das Wasser klar abfließt. Legt man es dann in eine Schaale, so daß das eine Ende über den Rand herabhängt, während man an das andere Ende einen Trichter befestigt, und läßt durch dasselbe einen Strom von einer Auflösung von Eisenchlorid hindurchgehen, während man in die Schaale eine Auflösung von Schwefelcyankalium giebt, so wird die Flüssigkeit aus dem Darme sehr bald gefärbt ablaufen, und die umgebende Flüssigkeit sich bei einem langsamern Strome erst spät, und bei einem sehr schnellen Strome fast gar nicht färben. Es kann also, da bei einem beständigen Strome die Flüssigkeit wenig abgiebt und sehr viel aufnimmt *), eine große Menge von Flüssigkeiten, z. B. aus dem Darmkanale,

*) Das Umgekehrte kann eben so gut eintreten, daß viel abgegeben und wenig auf-

in sehr kurzer Zeit entfernt werden. Nimmt man nämlich an, daß die innere Fläche des Magens und Dünndarmes zusammen genommen so groß wie die Hautoberfläche, also 12 □' sei, so können mehre Pfund Wasser in einer sehr dünnen Lage darüber sich ausbreiten. Der Kreislauf ist ungefähr in zwei Minuten vollendet, und man kann daher weiter annehmen, daß binnen drei Minuten etwa fünf Pfund Blut durch das Capillargefäßsystem des Darmes hindurchgegangen sind. Nehmen diese nur den zwanzigsten Theil ihres Gewichtes Wasser auf, so gelangen von drei Minuten zu drei Minuten immer vier Unzen in den Kreislauf, und binnen einer Stunde also fünf Pfund, binnen vierundzwanzig Stunden können 120 Pfund Wasser aufgenommen werden. Es wird kaum ein Beispiel von Polydipsie geben, wo eine ähnliche Menge Flüssigkeit aufgenommen wäre. Tiedemann führt *) einen Fall aus einem englischen Journale an, der einen Menschen von 22 Jahren betrifft. Derselbe trank täglich 6 Gallonen oder 24 Maaß Wasser, ohne sich übel zu befinden, und hatte einen Onkel, der eine ähnliche Quantität bedurfte. Nach der angeführten Berechnung, die mit den geringsten Zahlen angestellt ist, könnten demnach noch 24 Pfund täglich mehr aufgenommen werden.

Aus der Schnelligkeit, womit sich fremde Substanzen im Blute verbreiten, darf man indessen keinen Schluß auf die Schnelligkeit des Kreislaufes machen, wie es wohl hin und wieder geschieht. Die Schnelligkeit, womit sich eine Flüssigkeit in eine andere, die bewegt wird, diffundirt, kann möglicherweise sehr viel größer sein, als die Schnelligkeit, womit die letztere strömt.

Je auffallender die Gesetze der Endosmose die Phänomene der Resorption in den Blutgefäßen erläutern, desto schwieriger scheint eine Erklärung der Auffaugung in den Lymphgefäßen. Haben diese besondere organische Eigenschaften, wodurch sie nur dem Chylus und der Lymphe den Durchgang gestatten? Es könnte dieses nur eine Eigenthümlichkeit der feinsten Lymphgefäße sein; denn die größeren, der ductus thoracicus z. B., verhalten sich wie die Blutgefäße: Flüssigkeiten, mit welchen man sie in Berührung bringt, dringen durch sie hindurch. Da die Lymphgefäßwurzeln als geschlossene Netze oder als Zellen gedacht werden müssen, werden die besonderen Eigenschaften noch problematischer. Es wurde früher erwähnt, daß unter Umständen die Lymphgefäße auch fremde Substanzen geführt haben, und diese Fälle geben über die Annahme der organischen Eigenschaften einigen Aufschluß. Sie nehmen fremde Substanzen auf, nicht etwa bloß in Krankheiten, wie Galle und extravasirte Stoffe, sondern dann, wenn die Blutgefäße entweder wegen Unterbrechung des Kreislaufes, oder wegen der großen Quantität aufzunehmender Flüssigkeiten dieselben gar nicht oder nicht vollständig fortführen können. Hier erscheint nun offenbar die Aufnahme der bezeichneten Substanzen nicht durch krankhafte Veränderung der Lymphgefäße oder ihrer Eigenschaften, sondern durch

genommen wird, nur wird es in seltenen Fällen vorkommen, da die meisten Flüssigkeiten schon in einer Verdünnung aufgenommen werden, in welcher sie in die Blutgefäße übergehen müssen. Werden sie in concentrirter Form aufgenommen, so erhalten sie sehr bald durch Exosmose den Grad der Verdünnung, daß sie aufgesaugt werden können, und dieses wird um so leichter der Fall sein, da sie im Darme immer weiter bewegt werden, also mit anderen Stellen und mit frischem Blute in Berührung kommen.

*) Physiologie III. p. 71.

äußere Momente bedingt. Und das Phänomen ist so, daß es keine weitere Annahme gestattet, sondern unbedingt darauf hinweis't, daß Chylus und Lymphe nur deßhalb unter normalen Verhältnissen in die Lymphgefäße gelangen, weil alles Andere ins Blut übergeht.

Streng genommen bedarf der Satz keines Beweises mehr, sobald das richtig ist, was über die Resorption der Blutgefäße gesagt wurde. Bei der trägen Bewegung des Contentums der Lymphgefäße könnte nur sehr wenig in dieselben übergehen, weil auf der andern Seite nur wenig abgegeben wird. Die Aufnahme der Blutgefäße erfolgt dagegen so rasch, daß die Quantität Flüssigkeit, welche wir unter normalen Verhältnissen aufnehmen, die gewöhnlichen Mengen von Arzneistoffen und Salzen, überhaupt fremder, nicht assimilirbarer Materie, welche wir verbrauchen, längst von den Blutgefäßen weggeführt sind, ehe sie in die Lymphgefäße gelangen und darin weiter bewegt werden könnten. Die Schnelligkeit, womit die Blutgefäße resorbiren, und nicht ein organisches Vermögen, wäre demnach der Grund der specifischen Resorption der Lymphgefäße. Die letzteren haben keine besondere Sensibilität oder eigenthümliche Erregbarkeit, oder wie die Alten deutlicher sagten, keinen besondern Appetit oder Geschmack, wodurch sie sich aus der Masse flüssiger Substanzen nur das auslesen, was dem Organismus dienlich ist, sondern sie nehmen und können nur das aufnehmen, was bei der schnellen und eigenthümlichen Resorption der Blutgefäße nach den Gesetzen der Endosmose in und auf der Schleimhaut des Darmes und dem Parenchym der Organe überhaupt wie auf einem Filter zurückbleibt. Wie wenig es sich aber hier lediglich und allein um die Feststellung eines interessanten physiologischen Factums ohne praktischen Werth handelt, zeigt ein Blick auf die Anwendung mancher Curmethoden. Man spricht so häufig von Mitteln, welche auf das Lymphgefäß einwirken, in der materia medica, und wenn es gilt, Exsudate zu entfernen, ist es sehr schwierig, ein einziges zu finden, oder aus einer Menge Miteln ein passendes zu wählen. In einem Falle hilft die Lancette, in einem andern schlägt die Hungercur an, da sind große Gaben Quecksilber wirksam gewesen, dort haben kleine Gaben Jod vortreffliche Dienste geleistet, nicht zu gedenken der ganzen Legion abführender, diuretischer und diaphoretischer Panaceen, die abwechselnd mit stärkenden und erregenden Arzneien, mit und ohne Erfolg probirt wurden. Kann man von einem einzigen dieser Mittel behaupten, daß es auf das Lymphgefäßsystem wirke, und wenn man es kann, wie wirken sie direct oder indirect, werden sie von den Lymphgefäßen aufgenommen, oder wirken sie durch die Blutgefäße auf die Lymphresorption? Ahnden und träumen läßt sich die Lösung dieser Fragen nicht, und Erfahrungen darüber kann man nur dann machen, wenn man eine feste Thatsache hat, auf welche man die Beobachtung beziehen kann. So lange nicht feststeht, ob durch die Eigenthümlichkeit der Blutgefäßresorption, oder durch besondere Kräfte der Lymphgefäßwurzeln die specifische Resorption der letzteren erklärt werden muß, herrscht ein chaotisches Dunkel über die Wirkung der Resolventien nicht bloß im Ausdruck, sondern in der Sache.

Die Hauptschwierigkeit bei der Erklärung der Resorption der Lymphgefäße liegt indessen keineswegs in dem angegebenen Punkte, sondern in der Angabe, wie die genannten Flüssigkeiten in die Lymphgefäße übergehen. Die Lymphgefäße, die in dem Parenchym liegen, können sich vermöge der Imbibition mit Lymphe und Chylus füllen, und Lymphe und Chylus können vermöge der Capillarität der Lymphgefäße bis zu einem

gewissen Punkte in denselben steigen, vorausgesetzt, daß sie leer wären; wie ein Badeschwamm, den man nur mit seiner Spitze ins Wasser hält, sich nach einiger Zeit überall damit anfüllt. Die Anziehung der Haarröhrchen wirkt indessen nicht als vis a tergo, und aus dem Badeschwamm fließt die Flüssigkeit nicht aus, wenn sie ihm nicht auf eine andere Weise entzogen wird. Soll die Resorption der Lymphgefäße erklärt werden aus den Erscheinungen der Imbibition, so muß nachgewiesen werden, daß sie abwechselnd voll und leer sind, und es muß das Mittel sich angeben lassen, wodurch eine Flüssigkeit, die in sie hereindringt, gegen die Stämme entfernt wird. Aus der Endosmose und Exosmose läßt sich hier nichts erklären. Eine Flüssigkeit, mit welcher die Lymphgefäße gefüllt gedacht würden, könnte hinsichtlich ihrer chemischen Bestandtheile nur so beschaffen sein, wie Chylus oder Lymphe, und würde daher gegen dieselbe Flüssigkeit außerhalb der Gefäße keine Anziehung geltend machen können.

Betrachten wir alle Gebilde, in denen sich Lymphgefäße vorfinden, so stehen dieselben abwechselnd bald unter einem größern, bald unter einem geringern Drucke und nehmen daher bald ein größeres, bald ein geringeres Volumen ein. Bei jedem Pulsschlage, und noch mehr bei jeder Exspiration steht das Gehirn unter einem größern Drucke, als bei der Exspiration und der Diastole des Herzens, und wo es die knöcherne Hülle nicht mehr schützt, sehen wir auffallende Bewegungen desselben. Einem rythmisch wechselnden Drucke sind die Organe der Brust- und Bauchhöhle ausgesetzt, und beim Herzen und dem Darmkanale kommt noch die wechselnde Contraction der eigenen Muskeln hinzu. Die Darmmuskeln müssen bei ihrer Contraction eben so gut auf die Schleimhaut drückend einwirken, als auf das Peritonäum des Darmes, da der Darm dabei enger wird, und die Schleimhaut zudem gegen die Contenta gepreßt erscheint. Alle Weichtheile, die sich an das Skelett anlagern, sind ebenfalls bald dichter, bald weniger dicht, indem sie sich entweder selbst zusammenziehen, oder durch benachbarte, darunter oder darüber liegende Muskelgruppen bald darauf einwirken, bald sie wieder erschlaffen lassen. Selbst die äußere Haut erleidet ununterbrochen hinsichtlich ihres Volumens Veränderungen, ist ununterbrochen dichter und weniger dicht, da sie durch Lagen, Stellungen, Muskelbewegungen, Temperaturveränderungen u. s. w. bald an dieser, bald an einer andern Stelle zusammengezogen, oder erschlafft wird.

Nur in den Knochen sind bis jetzt keine Lymphgefäße gefunden, und die Volumveränderungen, wofern sie wesentlich für die Resorption der Lymphgefäße sind, würde auch in diesen Gebilden nur unbedeutend und unwirksam sein. Bei den Volumveränderungen nämlich, welche die Weichtheile erleiden, müssen die Lymphgefäße bald gepreßt werden, bald durch eine eindringende Flüssigkeit wieder ausgedehnt erscheinen, da dem Drucke der Organe nicht der Gegendruck des Herzens, wie bei den Capillargefäßen das Gleichgewicht halten kann. So wird denn die Lymphe und der Chylus, bei der Verdichtung der Organe aus irgend einer Ursache, gegen die Stämme getrieben und wenn die comprimirende Wirkung nachläßt, kann wieder Chylus und Lymphe nachdringen in die Wurzeln der Gefäße. Der Wechsel zwischen Expansion und Contraction braucht nicht bedeutend zu sein, und die Resorption der Lymphgefäße, wie die räthselhafte Bewegung ihres Contentums wird erklärlich.

Was noch für die Ansicht spricht, sind Erfahrungen, die man leicht machen kann, und unmittelbare Beobachtungen der Lymphgefäße selbst.

Jeder weiß, daß, wenn man in einem Zimmer schläft, welches eine bedeutende Temperatur hat, die Haut roth und gespannt wird, und einzelne Stellen, wie die Augenlider, die Spitzen der Finger, die Nase und die Ohrläppchen scheinen wie ödematös. Mag man immerhin einen Theil dieser Erscheinung auf vermehrte Expansion des Blutes und Ausdehnung der Capillargefäße schreiben, so kann man die bedeutende Anschwellung des Augenlides doch nicht anders als durch Vermehrung der Flüssigkeiten im Zellgewebe erklären, und diese rührt offenbar von der möglichsten Ruhe der Muskeln und noch mehr der erhöhten Temperatur her. Es schwindet die Anschwellung der Augenlider nämlich leicht, wenn sie längere Zeit geöffnet sind, aber noch schneller, wenn man sich kurze Zeit nur der Kälte exponirt, zugleich mit allen übrigen Erscheinungen. Etwas Aehnliches beobachtet man beim Gehen; die Füße schwellen nicht während des Gehens selbst an, trotzdem sie heiß werden, aber in der Ruhe, und diese Anschwellung schwindet wieder während des Gehens. In allen diesen Fällen tritt die Anschwellung deßhalb ein, das Volum der Theile vermehrt sich, weil bei der Expansion der betreffenden Gebilde die Lymphgefäße die interstitielle Flüssigkeit nicht in die Stämme ergießen können; und die Anschwellung schwindet, sobald die Theile comprimirt werden, sehr schnell, weil dann die Flüssigkeit aus den feineren Lymphgefäßen in die Stämme gepreßt wird, und diese sich aufs neue füllen können.

Die unmittelbare Beobachtung der Lymphgefäße hat eigene Resultate gegeben. Es hat gewiß nie Jemand behauptet, nachdem man weiß, daß die unbewegliche Körnerschicht unzweideutig in den Blutgefäßen sich findet, bei Beobachtungen des Kreislaufes in durchsichtigen Theilen Lymphgefäße und Bewegung der Lymphe gesehen zu haben. Allein die Beobachtung des Kreislaufes ist auch nur so lange möglich, als die Theile sich nicht bewegen, und in unbeweglichen Theilen kann die Lymphe nicht strömen, und demnach können die Gefäße sich nicht hervorheben. Mag man diese Erklärung gelten lassen oder nicht, so steht wenigstens so viel fest, daß sehr kleine Lymphgefäße am Darme während der Chylification immer abwechselnd voll und leer werden; man sieht sie oft wie kleine weiße Stränge an einem Darmstück, und bei der nächsten Contraction desselben sind sie verschwunden, ja sie füllen sich in manchen Fällen noch mehrmals und werden wieder leer. Man findet aber selbst größere Lymphgefäße, namentlich die Hals- und Schenkelgefäße bei Thieren öfters leer, wie auch Magendie angiebt *). Und sind es größere Gefäße, so müssen auch die kleineren und kleinsten abwechselnd voll und leer werden können.

Merkwürdig bleibt es, daß wirklich in den Theilen allein, wo die Volumveränderungen nicht bedeutend genug sind, um gefüllte Gefäße zusammenzudrücken und zu entleeren, auch keine Lymphgefäße gefunden werden, während die muthmaßlichen Bestandtheile des Colliquamentes der Knochen, die hier gemeint sind, der Leim und die phosphorsaure Kalkerde, nicht als solche im Blute enthalten sind, und von den Capillargefäßen also unmittelbar aufgenommen werden können. Ob es indessen für die vorgetragene Ansicht spricht oder nicht, bleibe dahingestellt.

Schließlich möge in resümirter Darstellung das Resultat der eben mitgetheilten Untersuchungen Platz finden. In die Lymph- und Blutgefäße gelangen überhaupt nur Flüssigkeiten, die sich mit dem Wasser verbinden und mischen, und das Wasser selbst. Die Blutgefäße nehmen die Flüssigkeiten

*) Heusinger's Uebersetzung, II. p. 193.

auf, gegen welche das Blut eine Anziehung äußern kann, und Chylus und Lymphe werden als dem liquor sanguinis homogene Flüssigkeiten nicht aufgenommen. Da die Resorption der Blutgefäße vermöge des beständigen Stromes sehr rasch erfolgt, so bleibt für die Aufnahme in die Lymphgefäße nur Chylus und Lymphe zurück. Beide Flüssigkeiten tränken die organische Substanz und müssen sich daher in den Lymphgefäßen derselben, wenn sie leer sind, verbreiten. Bei den Volumveränderungen der organischen Substanz werden sie im Verdichtungsmomente gegen die Stämme entleert, und können dann aufs neue sich wieder füllen. Durch diesen wechselnden Druck, der mit den Volumveränderungen der weichen Gebilde, in denen die Lymphgefäße wurzeln, gegeben ist, wird die Lymphe gleichsam weiter gepumpt, und wenn die Lymphe im ductus thoracicus trotz dieser periodischen Impulse nicht stoßweise strömt, so hat dieses denselben Grund, den der ununterbrochene Strom in den Arterien hat, nämlich die Wandung der Lymphgefäße ist contractil, und sobald die vis a tergo wirkt, wird sie ausgedehnt, und zieht sich wieder zusammen, sobald jene zu wirken aufhört, unterhält mithin die Bewegung der in ihrer Höhle befindlichen Flüssigkeit.

V. Modificationen der Auffaugung.

Die Auffaugung erfolgt überall im ganzen Organismus, an allen Stellen, wo Gefäße sich finden; es zeigt sich aber ein Unterschied hinsichtlich der Schnelligkeit, womit sie von verschiedenen Stellen aus erfolgt, und nicht eben selten hat die Stelle, wo ein Körper aufgenommen wird, einen bedeutenden Einfluß auf die Wirkung.

Ob ein Körper schnell an einer Stelle aufgenommen werden kann, richtet sich nach dem Gefäßreichthume und nach der Größe der Fläche, über die er sich verbreitet, ferner nach der Dicke der organischen Substanz, welche bis zu den Gefäßen durchdrungen werden muß. Man beurtheilt die schnellere oder weniger schnelle Resorption indessen nur aus den Wirkungen, welche die Substanzen äußern, oder aus der Schnelligkeit, womit sie in den Secretionswerkzeugen wieder erscheinen, und muß daher die Angaben je nach der Abtheilung des Kreislaufes, wo die Aufnahme geschieht und die Wirkung sich zeigt, beträchtlich modificiren. So wird z. B. ein narkotisches Mittel, in die Lungen gebracht, von hier aus am schnellsten wirken, weil es unmittelbar in das Arterienblut gelangt, und von einer Vesicatorwunde aus zeigt sich die Wirkung desselben schneller als vom Darmkanale aus, weil es in dem ersten Falle nur durch zwei, in dem letzten Falle durch drei Capillargefäßsysteme hindurchgehen muß, ehe es wirken kann. Bei den Secretionen muß man besonders diesen Punkt im Auge behalten. Wollte man z. B. die Schnelligkeit der Resorption im Dickdarme gegen die in dem übrigen Darmkanale bestimmen, so darf man nur mit gleichen Substanzen Versuche machen, und nur die Zeit beachten, nach welcher sie in demselben Secretionswerkzeuge sich wiederfinden. Nimmt man z. B. eine flüchtige Substanz zur Injection in den Dickdarm, so kann dieselbe in den Lungen ausgeschieden werden, und es muß verhältnißmäßig sehr schnell geschehen, denn der Weg von den Darmgefäßen zu den Lungen ist kurz. Dieselbe Substanz wird vom Magen aus aber eben so schnell in der ausgeathmeten Luft erscheinen. Bringt man dagegen eine andere Substanz, z. B. ein sehr leicht lösliches Salz in den Magen, so wird dieses vielleicht durch den Urin ausgeschieden, aber erst nach längerer Zeit, und das Urtheil über die Schnelligkeit der Resorption würde natürlich ein falsches sein. Hier ist z. B. der Weg von

der Aufnahmestelle zum Secretionswerkzeuge um die Hälfte länger, die Abscheidung bedarf längerer Zeit u. s. w. Ueberhaupt darf man, wenn man ein Urtheil über die verschiedene Schnelligkeit, womit Substanzen von den verschiedenen Organen des Körpers in das Blut gelangen, sich bilden will, nicht Substanzen wählen, welche in den Harnwegen ausgeschieden werden, selbst wenn man Gelegenheit hat, an Individuen mit vesica inversa Versuche anzustellen. Es läßt sich auch in diesem Falle nie sicher bestimmen, wie viel Zeit von der Abscheidung bis zur Ausscheidung verfließt, und wahrscheinlich ist dieses bei verschiedenen Substanzen noch verschieden, je nachdem sie reizender oder weniger reizend wirken. Man muß entweder flüchtige Substanzen, welche durch die Lungen ausgeschieden werden, wählen, oder narkotische Mittel, die ihre Wirkungen in den Centralorganen des Nervensystemes vollbringen.

Auf Membranen geschieht im Allgemeinen die Auffaugung leichter, als im Parenchym, indessen nur unter der Voraussetzung, daß ein Stoff sich leicht darauf verbreitet. Daher kommt es, daß sehr diffusibele Körper sehr schnell ihre Wirkung entfalten, und oft viel schneller aufgenommen zu sein scheinen, als Wasser, obgleich das letztere besser durch die thierischen Häute hindurchgeht als irgend eine andere Flüssigkeit. Blausäure und Aether können, indem sie sich verflüchtigen bei der Temperatur des Körpers, schnell über eine große Fläche verbreitet sein, und müssen in Folge dessen mit einer größern Quantität Blutes in Berührung kommen und daher in größerer Menge aufgenommen werden, als Wasser und weniger diffusibele Flüssigkeiten.

Wie sehr es bei der Schnelligkeit der Wirkung auf eine größere oder geringere Quantität Blutes ankommt, womit ein narkotisches Mittel in Berührung ist, läßt sich sehr leicht nachweisen. Man nehme eine Auflösung von Strychnin und träufle dieselbe auf die bloßgelegte vena jugularis eines Kaninchens. Die Vergiftung wird sehr schnell eintreten. Nimmt man dagegen eine kleinere Hautvene am Schenkel, legt sie eben so weit bloß, bringt sie mit derselben Quantität Strychnin in Berührung, so tritt zwar Vergiftung ein, aber viel später, und die Krämpfe sind bei weitem nicht so heftig, und der Tod tritt oft erst nach Stunden ein. Bei diesen Versuchen muß man die Vorsicht brauchen, ein Stück Kartenblatt unter die Vene zu schieben, damit das Gift nicht mit den benachbarten Theilen in Verbindung komme.

Vergleichen wir nun die einzelnen Stellen der Organisation hinsichtlich der Schnelligkeit, womit die Einsaugung in ihnen erfolgt, so haben wir vor Allem die Schleimhäute, als die Theile, welche für die Aufnahme der Substanzen, die der Organismus bedarf, wie für die Aufnahme der Arzneimittel gleich wichtig sind, zu beachten. Am schnellsten werden in der Lunge gasförmige und tropfbar-flüssige Körper aufgenommen. Bekannt sind die plötzlichen Wirkungen der Kohlensäure, des Schwefelwasserstoffgas, des Arsenikwasserstoffgas und der Blausäure in Dunstform. Einem Kaninchen ein Glas mit fast wasserfreier Blausäure unter die Nase gehalten, so stirbt das Thier in weniger als ¼ Minute. Strychnin wirkt zwar nicht so schnell, doch habe ich von 2 Gran in drei Minuten den Tod eintreten sehen, wobei der Tetanus sich nicht erst nach und nach entwickelte, sondern nach ein- oder zweimaligem Zucken gleich mit der äußersten Heftigkeit eintrat. Selbst größere Quantitäten von Flüssigkeiten verschwinden aus den Lungen sehr schnell. Wasser, namentlich warmes Wasser, habe ich bei Kaninchen in der Quantität von 2 — 3 Unzen öfters eingespritzt: es folgt darauf bedeutende Dyspnoe,

die aber kaum eine halbe Stunde anhält. Bekannt ist der Fall von Dessault, der aus Irrthum die Schlundröhre in den Kehlkopf eines Kranken einführte und mehrmals Bouillon einspritzte, ohne daß der Irrthum schlimme Folgen gehabt hätte. Trotz diesen Erfahrungen möchte es indessen doch nicht zu rathen sein, flüssige Arzneistoffe in die Lungen einzuführen, da bei der größten Vorsicht, die ich bei Injectionen gebraucht habe, doch öfters eine tödtliche Pneumonie bei Kaninchen nachfolgte, ohne daß ich eine weitere Ursache hätte entdecken können.

Fast eben so schnell, wie von der Lunge aus, wirken manche Substanzen, welche der Conjunctiva einverleibt werden. Einem großen Habicht wurde eine Auflösung von Strychnin auf das Auge gegossen, und hier traten die Krämpfe nach 4 Minuten, der Tod nach 7 Minuten ein. Blausäure wirkte bei einem Kaninchen in concentrirtester Form in Zeit von 15 Secunden. Selten möchte sich Gelegenheit finden, diesen Weg für die Anwendung von Arzneimitteln mit Vortheil benutzen zu können, denn die Mittel müssen in sehr kleinen Gaben wirken und in sehr diffusibeler Form beigebracht werden können, wenn überhaupt Wirkungen eintreten sollen. Nur ein geringer Theil narkotischer Arzneien eignete sich demnach in sehr einzelnen Fällen für diese Applicationsmethode. Wie bei der Conjunctiva verhält es sich ungefähr mit der Nasenschleimhaut; die flüchtigen Substanzen wirken hier sehr schnell, da sie in die Lungen kommen.

Was die Schleimhaut des Verdauungskanals betrifft, so erfolgt hier die Aufnahme langsamer als in den genannten Fällen. Eine gleiche Quantität einer Auflösung von Strychnin in den Magen gebracht, wie in die Lungen, würde vom erstern aus den Tod erst nach 10 — 12 Minuten zur Folge haben. Es treten auch die Krämpfe mehr allmälig ein, erreichen erst nach und nach eine große Heftigkeit, was wohl darauf hinweisen möchte, daß das Gift langsamer und in kleineren Quantitäten in das Blut übergeht. Von dem Dickdarme aus wirken narkotische Substanzen eben so schnell wie vom Magen unter gleichen Bedingungen bei der Anwendung; auch habe ich keinen Unterschied hinsichtlich der Heftigkeit der Erscheinungen wahrnehmen können. Narkotische Arzneien, oder überhaupt heroische Arzneimittel dürfte man daher kaum in einer größern Gabe durch Klystire zu geben wagen, wenigstens dann nicht, wenn dieselben so applicirt werden, daß nicht ein großer Theil gleich wieder entleert wird. Man sucht die langsamere Wirkung der Substanzen vom Darmkanale aus gewöhnlich in dem dickern Schleimüberzuge. Die Schleimlage ist aber keineswegs so dick, daß der Unterschied in der Resorption bemerklich sein könnte. Die Flüssigkeiten können sich im Darme nicht mit einer großen Schnelligkeit über eine größere Fläche verbreiten; sie kommen daher auch mit einer geringern Blutmenge in Berührung, und zudem geht das Blut aus dem Darmkanale durch das Capillargefäßsystem der Leber, und aus diesen Gründen möchte die langsamere Wirkung zu erklären sein.

Ueber die Schnelligkeit der Resorption in den Harn- und Geschlechtswerkzeugen stehen mir keine Erfahrungen zu Gebote; es ist zu schwer, hier zu experimentiren, weil Flüssigkeiten nicht gehörig zurückgehalten werden können. Uebrigens wissen wir durch Versuche mit Arsenikpillen bei Pferden, wie durch begangene Verbrechen, daß die weiblichen Genitalien, namentlich die vagina, ziemlich schnell einsaugen müssen.

Schneller als in dem Darmkanale wirken alle narkotischen Substanzen in den serösen Häuten. Unter diesen zeichnet sich die Pleura aus,

wahrscheinlich wegen ihres Gefäßreichthums und des Druckes, welchem die aufzunehmenden Flüssigkeiten hier ausgesetzt sind. Bei Strychninauflösungen habe ich kaum einen Unterschied hinsichtlich der Schnelligkeit der Wirkung zwischen der Pleura und den Lungen wahrnehmen können. Langsamer erfolgen die Wirkungen vom Herzbeutel aus, und noch langsamer, wenn die Strychninauflösung in die Bauchhöhle gespritzt wird, aber immer noch schneller als von dem Magen aus. Nach Orfila wirken ähnliche Gifte, wie upas antiar, eben so schnell, wenn sie mit der arachnoidea des Hirns und Rückenmarks in Berührung kommen, als von anderen serösen Häuten, wenn man den Ausdruck »sie wirken sogleich« vielleicht so deuten darf. Ueber die serösen Ueberzüge der Gelenke liegen keine Erfahrungen vor.

Im Parenchym der Organe und im Zellgewebe kommen Flüssigkeiten immer nur mit einer geringern Fläche und mit einer kleinen Quantität Blut in Berührung; es sind daher die Wirkungen, wenn sie auch schnell eintreten, doch nur schwächer und werden länger unterhalten. Wenn ich z. B. einem Kaninchen unter die Haut eines Schenkels eine Auflösung von Strychnin brachte, so zeigten sich zwar sehr schnell Zuckungen, denen tetanische Erscheinungen folgten, allein die letzteren waren weit schwächer, als bei einer gleichen Quantität Strychnin, die in die Lungen gekommen war, und tödteten solches Thier erst nach einer Viertelstunde, während es dort nach drei Minuten geendet hatte. Wo es daher Zweck sein könnte, mit der größten Schnelligkeit die volle Wirkung eines Mittels zu erzielen, würde die Lunge die geeignetste Stelle für die Anwendung desselben sein, und wo man eine weniger schnelle und anhaltendere Wirkung beabsichtigen müßte, möchte die Injection in das Zellgewebe Vortheile bieten. Freilich ist man bis jetzt noch wenig in der praktischen Medizin auf dieses Verhältniß aufmerksam gewesen, namentlich möchte die angeführte Thatsache bei der Wahl der endermatischen Methode sehr der Beachtung zu empfehlen sein.

Sobald nämlich die äußere Haut auf irgend eine Weise von der Epidermis entblößt wird, so werden Substanzen, die in die Gefäße gelangen können, eben so schnell und unter denselben Erscheinungen, wie vom Zellgewebe aus, aufgenommen. In der neuesten Zeit hat man auch diese physiologische Thatsache sehr häufig und mit großem Vortheile in der praktischen Medizin benutzt, und sie ist so populär geworden, daß selbst Verbrechen auf diese Weise begangen wurden. So führt Persil das Beispiel eines Geistlichen an, der vergiftet starb, weil sein Diener bei dem Verbande einer Fontanelle zwei Gran schwefelsaures Strychnin in die Wunde brachte. Seit länger als einem halben Jahrhundert kennt und übt man die Vaccination, und auch hier bringt man mit Erfolg das Gift unter die Epidermis.

Aehnlich verhalten sich die Substanzen, welche bei Berührung mit der Haut die Epidermis verändern oder zerstören. Bei der Anwendung von Vesicantien, namentlich der Kanthariden, hat man schon öfters Harnstränge beobachtet, hauptsächlich aber wohl in den Fällen, wo Kanthariden längere Zeit mit Vesicatorstellen in Berührung waren, wenn Vesicatore z. B. zu lange liegen u. s. w. Seguin hat in dieser Hinsicht eine Reihe von Versuchen angestellt, aus denen hervorgehen möchte, daß Substanzen um so eher aufgenommen werden, je mehr sie die Epidermis verletzen, und je leichter sie löslich sind.

Es waltet auch kein Zweifel, daß Stoffe durch Einreiben in die Haut in das Gefäßsystem übergeführt werden, und man bedient sich dieser Methode so allgemein, daß das Factum selbst dem Laien völlig bekannt ist.

Wie indessen bei dem Einreiben der Quecksilbersalbe, der Kampferlinimente, des Opiums und der Brechmittel die Aufnahme selbst bewirkt wird, bleibt völlig räthselhaft.

In vielen Fällen werden die Substanzen aufgenommen, wenn sie längere Zeit mit der Haut in Berührung sind. Man kann nicht läugnen, daß Salben, welche heftig wirkende Mittel enthalten und lange Zeit mit der Haut in Berührung sind, endlich ohne Corrosion der Epidermis eine Wirkung äußern; dies ist jedoch nur bei wenigen Mitteln der Fall. Selbst wenn man die Haut lange der Einwirkung des Wassers aussetzt, wird die Epidermis lockerer, dicker, runzelicht und weiß, und man sieht, daß sie offenbar vom Wasser durchdrungen ist.

Sobald nun Jemand das Resorptionsvermögen bloß in den angegebenen Grenzen für die Haut behauptet, kann nicht widersprochen werden. Man ist indessen viel weiter gegangen, und nimmt ein Resorptionsvermögen der Haut auch bei unverletzter Epidermis an. Es giebt Thatsachen, die sich schwer damit vereinigen lassen. Man kann die concentrirteste Blausäure mit dem Finger berühren ohne Vergiftungssymptome, Auflösungen von Strychnin, den gefährlichsten Alkaloiden auf der Haut verdunsten und eintrocknen lassen ohne die mindeste Wirkung, und wie oft wurde der Speichel von wuthkranken Hunden oder Menschen den Aerzten auf die Haut der Hände oder des Gesichtes gespritzt ohne Folgen. Es behaupten auch viele Physiologen und Aerzte, daß bei unverletzter Epidermis nichts aufgenommen werde, und gerade Seguin behauptet es, der sich viel mit dem Gegenstande beschäftigte; ja in vielen Versuchen soll im mehrstündigen Bade nicht nur nichts aufgenommen worden sein, sondern der Körper sogar an Gewicht abgenommen haben. Die Ansicht findet sehr viele Gegner, und manche derselben haben sich freilich mit sehr einfachen Thatsachen begnügt. Man behauptet, Seefahrer stillen den Durst, indem sie sich nasse Tücher umschlagen, und in anderen Fällen soll die Ernährung durch Bäder von Bouillon oder Milch eine Zeitlang unterhalten worden sein. Das Gefühl des Durstes eine Zeitlang zum Schweigen zu bringen, ist aber etwas anderes, als dem Körper Feuchtigkeit zuführen, und daß das Letztere mit feuchten Umschlägen nicht geschieht und geschehen kann, beweisen die schrecklichen Schicksale einer leider großen Anzahl von Schiffbrüchigen. Currie mag wohl Recht haben, wenn er die Wirkung derselben auf Verhinderung der Ausdünstung schiebt, und sie werden den Durst also auf dieselbe Weise löschen, wie das Tabacksrauchen den Hunger stillt. Jemand aber Bouillonbäder in der Absicht gebrauchen lassen, um ihn die Substanzen, welche der Körper zu seinem Bestehen braucht, auf einem andern Wege als durch die Organe der Verdauung zuzuführen, ist mindestens eine Verschwendung, da keine begründete Beobachtung besteht, daß das Leben jemals auf diese Weise länger erhalten werden kann, als man die Entbehrung der Nahrung zu ertragen vermag. Man möchte vielleicht dagegen einwenden, daß nach solchen Bädern Kranke kräftiger sich gefühlt hätten, die Wirkung läßt sich vielleicht aber anders erklären; denn wurde auch Bouillon in die Lungen und in den Dickdarm gebracht, wo sie zweifelsohne resorbirt wird, so kann sie doch nie bei unmittelbarer Resorption die Phänomene des Stoffwechsels unterhalten. Der Verdauung müssen selbst die Flüssigkeiten unterworfen werden, welche das Material für die Ernährung und Absonderung enthalten, und ohne diesen Act kann die concentrirteste Auflösung thierischer Substanzen, wo sie auch resorbirt wird, eben so wenig das Leben unterhalten, wie man das Leben dauernd durch

die Transfusion fremden Blutes zu fristen vermag. In keinem Falle könnte demnach ein günstiges Resultat solcher Bäder für die Resorption der Haut aufgeführt werden. Collard de Martigny, Berthold und Madden haben, gestützt auf ähnliche Versuche, wie Seguin eine Resorption der Haut in Bädern behauptet, und die Versuche sind gewiß genau angestellt. Bei Berthold zeigte sich in einem Bade von 22° R. nach einer Viertelstunde eine Gewichtszunahme von 4 Drachmen 45 Gran, in einem Bade von 28° R. nach einer Viertelstunde von 4 Drachmen 36 Gran, bei 16° R. nach drei Viertelstunden von 1 Unze 4 Drachmen und 35 Gran, bei 28° R. nach einer Stunde 1 Pfd. 7 Drachmen 30 Gran, wobei jedesmal das, was der Körper durch die Respiration gleichzeitig verliert, zu 7 Gran in der Minute angeschlagen, als Gewichtszunahme mit berechnet ist. Es fragt sich bei diesen Versuchen nur, ob die Aufnahme durch die Epidermis hindurch erfolgt ist, oder ob sie durch die Schleimhäute geschah, welche mit dem Wasser nothwendiger Weise in Berührung kommen müssen, wie die des After und des männlichen Gliedes; es fragt sich ferner, ob die Feuchtigkeit, welche an den Haaren, die mitunter sehr verbreitet sind über den Körper, nothwendig zurückbleibt, mit in Rechnung gekommen ist oder nicht. Daß Substanzen in Bädern aufgenommen werden, leidet wohl keinen Zweifel, aber wer dabei an der Resorption der Haut zweifeln will, wird noch genug Gründe dagegen auffinden können. Die Frage läßt sich wohl schwerlich anders entscheiden, als daß man die Excretionsproducte der Haut genauer untersucht und die Quellen derselben genauer bestimmt. Wo man nicht weiß, ob bloß die Drüsen der Haut oder die ganze Oberfläche ausscheiden, ist jede Frage über die Resorption mehr als schwierig.

Ein anderer Punkt verdient gleichfalls mehr Beachtung, als er bisher erfahren. Es ist dieses nämlich der Umstand, daß manche Gifte entweder gar nicht oder ganz anders wirken, wenn sie, statt im Munde, vom Darmkanale aus resorbirt werden. Die bekanntesten Thatsachen sind die Erfahrungen, welche man über das Hundswuth-, Schlangen- und indianische Pfeilgift gemacht hat. Sie wirken vom Verdauungskanale aus nicht oder wenigstens anders, als unmittelbar im Blute. Im letztern Falle sind sie meist tödtlich; im erstern Falle soll es vorgekommen sein, daß das Klapperschlangengift, selbst in größerer Menge genossen, nur Wassersucht hervorbrachte. Eine große Anzahl thierischer Gifte möchte sich eben so verhalten; das Pockengift, Pestgift u. s. w. sollen ohne Ansteckung verzehrt worden sein.

Man kann bei der Erklärung von sehr verschiedenen Standpunkten ausgehen. Bekannt ist es, daß man Substanzen, welche man in eine Schenkel- oder Halsvene einspritzt mit tödtlichem Erfolge, ohne Nachtheil in einen Zweig der Pfortader injiciren kann. Magendie glaubt wohl nicht mit Unrecht, daß Luft und Galle z. B. in der Pfortader deßhalb weniger Wirkung hervorbringen, weil sie über eine größere Menge Blutes daselbst verbreitet würden. Bei den genannten Giften kann indessen diese Erklärung nicht gegeben werden. Diese Substanzen werden, je mehr sie im Blute sich verbreiten, um so eher wirken; denn wenigstens die Krankheitsgifte scheinen fermentartig zu wirken und dem Blute die Mischung mitzutheilen, deren Folge die bekannten Krankheitsproducte sind. Sie müssen daher ihre Wirksamkeit verloren haben, ehe sie in den großen Kreislauf gelangen. Auf diesem Wege können sie nun im Darmkanale verändert, oder in unlösliche, nicht resorptionsfähige Körper verwandelt werden, sie können

eine Zersetzung in der Leber erfahren, und in den Lungen selbst noch unwirksam werden. Wo sie indessen ihre Wirksamkeit verlieren, läßt sich durchaus nicht ausmachen. Wie in den Lungen Stoffe unschädlich werden, zeigt die Kohlensäure, das Schwefelwasserstoff- und Kohlenwasserstoffgas, die sich im Darme oft genug vorfinden und oft durch Resorption ohne Nachtheil entfernt werden. Man weiß, wie gefährlich dagegen die Wirkung dieser Substanzen von den Respirationswerkzeugen aus ist. In einem hohen Grade hat mich eine Erfahrung befremdet, wo das Umgekehrte stattfindet. Bei Kaninchen wirkt ½ Gr. weißer Arsenik vom Magen aus tödtlich, wie Bunsen und Berthold angegeben haben. Einem solchen Thiere habe ich in Wasser von 28° R. gelös't wohl mehr als ½ Gr. Arsenik in die Lungen gespritzt ohne allen Erfolg. Obgleich ich den Versuch bis jetzt nicht wiederholen konnte, so hat mich die Erfahrung um dessentwillen sehr frappirt, weil in allen toxikologischen Schriften angegeben wird, der Arsenik wirke von den Lungen aus am giftigsten, und Hüttenarbeiter wohl in Dunstform größere Quantitäten Arsenik einathmen, als hinreichen würden, um Vergiftungssymptome vom Darmkanale aus hervorzurufen. Um die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand zu lenken, schien mir das Factum der Mittheilung werth, um so mehr, da für Ermittelung der Arzneiwirkungen ähnliche Erfahrungen viel Aufschluß versprechen.

Kürschner.

Blut [1]).

Das Blut (sanguis, αἷμα) ist der sich in den Adern bewegende, den menschlichen oder thierischen Körper ernährende Saft [2]). — Bei den Menschen und den Wirbelthieren der drei oberen Classen unterscheidet sich das in den Venen fließende Blut durch die Farbe von dem in den Arterien. Da man sich das Venenblut viel leichter verschaffen kann als das Arterienblut, so ist dasselbe am häufigsten untersucht worden, und unter Blut wird gewöhnlich nur Venenblut verstanden, was um so erlaubter ist, als es den bei weitem größern Theil der gesammten Blutmasse ausmacht. Auch wo auf den folgenden Blättern vom Blut im Allgemeinen die Rede ist, muß es zunächst immer nur auf das Venenblut bezogen werden.

---

[1]) Bei der großen Wichtigkeit dieses Artikels wird es zweckmäßig erscheinen und dem jetzigen Stande der Wissenschaft entsprechen, außer der hier von einem Physiologen vom Fache über das Blut nach allen seinen Beziehungen gelieferten Arbeit, später noch einen speciellen, von einem ausgezeichneten Chemiker übernommenen Artikel folgen zu lassen. Die Verschiedenheit des Standpunkts kann das Interesse beider Artikel nur erhöhen. Anm. d. Red.

[2]) Fügt man dieser Definition noch die rothe Farbe hinzu, so erklärt man dadurch mit R. Wagner den ernährenden Saft der wirbellosen Thiere nicht für Blut, sondern für Chylus.

A. Aeußere Eigenschaften des Bluts vor dem Gerinnen.

Farbe des Bluts.

Das Blut hat bei den Menschen und bei den Wirbelthieren eine schöne rothe Farbe, dem Purpur oder dem hellen Kirschroth nicht unähnlich. Durch die Art des Ausflusses aus der Ader wird die Farbe nicht unbeträchtlich verändert; je kleiner der Blutstrahl, desto heller ist die Farbe, weil die Luft, welche das Blut heller färbt, hier stärker einwirken kann. Dunkler als das der Menschen ist das der Ochsen, der Hasen und Hirsche, der Pferde und besonders das der Schweine, heller dagegen das der Schafe, Katzen und Ziegen, die das hellste Blut unter den Hausthieren und wahrscheinlich auch noch unter einer viel größern Anzahl von Säugethieren besitzen. Das Hundeblut ist dem menschlichen an Farbe sehr ähnlich; die Vögel haben helles Blut, was an der Luft sich noch heller färbt, aber auch von selbst bald wieder dunkel wird. Auch bei den Ringelwürmern und einigen nacktkiemigen Mollusken (bei Eolidia nach E. Forbes) findet sich rothes Blut. Die Insecten haben meist ein gelbes, braunes oder wenig gefärbtes, die Käfer ein dunkelbraunes, und die Heuschrecken, Raupen und Schmetterlinge ein grünes, die Mollusken meist ein gelbliches oder weißliches, bläuliches oder auch wohl braunes Blut; bei der Montagna ist es grün. — Bei der Entstehung des Bluts im Embryo ist die Farbe wenig saturirt; namentlich gilt dies von Vögeln, Fischen und Fröschen. Bei Menschen und Säugethieren ist vor der Geburt das Blut dunkel und bleibt nach der Geburt in der ersten Zeit bräunlich roth. Schön roth ist das Blut in der Jugend, zur Zeit der Pubertät; in höherm Alter wird es wieder etwas dunkler. Den Frauen wird helleres Blut zugeschrieben, als den Männern. Es mag im Ganzen, da die Farbe zum Theil von der Dicke und dem specifischen Gewicht des Bluts abhängt, ein geringer Unterschied dieser Art existiren; in der Schwangerschaft wird er aber aufgehoben, hier ist vielmehr das Blut meist auffallend dunkel. Je plethorischer, robuster ein Mensch ist, desto dunkler zeigt sich auch sein Blut; bei den zarten, phlegmatischen, blutarmen findet sich das hellste oder eigentlich blasseste. Je langsamer das Blut durch den Körper getrieben wird, desto dunkler ist es. Daher haben Menschen mit sitzender Lebensart dunkeleres Blut; Bewegung, äußere Hitze, besonders warme Bäder machen das Blut heller. Jedes stockende Blut ist dunkel. — Die letzte Ursache des Unterschiedes in der Farbe des Blutes bei derselben Organisation ist immer die Stärke des Athmens, absolut oder relativ zur Blutmenge. Wo die Aufnahme des Sauerstoffs und die Ausscheidung der Kohlensäure ein Hinderniß erleidet, ist die Nuance des Rothes dunkler. Dann kommt auch die Fähigkeit des allgemeinen Haargefäßsystemes, die hellere Farbe in eine dunklere zu verwandeln, in Betracht. In der Ohnmacht ist, wie schon Hunter angiebt, das Blut heller, im Winterschlaf der Thiere nicht so dunkel, als man des gehemmten Athmens wegen vermuthen sollte; in beiden Fällen wird man auf den Einfluß des Haargefäßsystems hingewiesen. Drittens soll auch die gehemmte Ausscheidung des Farbestoffs Antheil an der Farbe des Blutes haben. Schultz [1]) hat hierauf besonders aufmerksam gemacht und den Einfluß der Leber, welche den Farbestoff aus-

[1]) Hufeland's Journal, 1838. H. IV. S. 39.

scheiden soll, in dieser Beziehung hervorgehoben. Endlich bestimmt auf die augenscheinlichste Weise die chemische Zusammensetzung des Blutes, namentlich der verschiedene Gehalt an Salzen und besonders an kohlensauren Alkalien die Farbe. Dies zeigten mir Versuche an Thieren. Wahrscheinlich hatten auch die mit Pflanzenkost gefütterten Hunde aus dieser Ursache ein helleres Blut als die bloß mit Fleisch gefütterten. — Bei der Untersuchung über die Ursache des Farbenunterschiedes des arteriellen und venösen Blutes soll die Ursache der rothen Farbe näher geprüft werden. — Das Roth des Bluts ist in seinem Farbenton sehr leicht veränderlich. Schon von sich selbst verändert der in seinem eigenen Blutwasser zu Boden gesunkene Blutkuchen nach einiger Zeit seine Farbe, oben wird er schön hellroth und unten dunkelroth; nur in der Mitte behält er seine frühere Schattirung bei. Die Zeit, in welcher diese Umwandlung vor sich geht, ist sehr verschieden und richtet sich größtentheils nach dem Gehalt an Alkali. Je mehr von diesem vorhanden, desto später wird das Blut dunkel. Das Blut der Pflanzenfresser behält aus diesem Grunde länger seine helle Farbe als das der Fleischfresser. — Daß alle Stoffe, welche organische Substanzen zersetzen oder auch nur deren Farbe zerstören, ebenfalls die des Bluts umändern, ist leicht begreiflich. Vorzüglich gehören hierher die mineralischen Säuren, kaustischen Alkalien und das Chlor. Im Ganzen nimmt das Blut eine dunkelere, bald mehr schwärzliche (durch Alkalien), bräunliche (durch Säuren), bald mehr grüne Farbe (durch Chlor) an. Auch die schwächeren Säuren, wie die Essigsäure, Kleesäure, Blausäure (jedoch nur sehr wenig), wenn sie concentrirt angewendet werden, haben eine gleiche Wirkung. Alle desoxydirenden Mittel bringen gleichfalls eine dunkele Farbe hervor, entweder bloß dadurch, daß sie den Sauerstoff dem Blute entziehen, oder daß sie eine Säure bilden. Letzteres ist wohl meist die hauptsächlichste Ursache. Merkwürdig ist, daß auch chemisch indifferente Stoffe, eine Lösung von Gummi arabicum, selbst destillirtes Wasser nicht ohne Wirkung sind und eine dunkelere Nüancirung des Bluts erzeugen, falls dasselbe nicht mit den Flüssigkeiten stark an der Luft geschüttelt wird. Dahingegen steigern die Röthe nur die Neutral- und Mittelsalze, am meisten das salpetersaure Ammoniak, das Kochsalz, so wie mehr oder weniger alle Chlorsalze ebenfalls; doch wird die Farbe nicht so rein scharlachroth, sondern mit etwas Beimischung von Grau. Bei Chlorbaryum und Chlorcalcium geht die Farbe bald ins Bräunliche über. Schwefelsaures Natron und Kali, so wie salpetersaures bewirken eine längere Zeit anhaltende Röthung; doch ist zu bemerken, daß eine dünne Lösung Glaubersalz bald bräunlich wird. Aehnlich verhalten sich mehre Weinstein- und Borsalze. Bei den kohlensauren Alkalien wird, wo sie sehr concentrirt zugesetzt worden, die hellrothe Mischung nachher etwas bräunlich. Auch die reinen Alkalien, namentlich Ammoniak, falls sie sehr schwach angewandt werden, röthen anfangs das Blut. Hünefeld [1]), der das Verhalten einer großen Menge von Stoffen in der fraglichen Beziehung geprüft hat, giebt noch von folgenden Salzen an, daß sie das Blut röthen: Jodkalium, cyansaures Ammoniak (macht granatroth), Kaliumeisencyanür, Schwefelcyankali (röthet schwach), chlorsaures Kali (im Anfange nur) und außerdem noch Schwefelkohlenstoff (doch nur wenig und nicht im Anfange). Bei den schwachröthenden Substanzen muß man sich vor Täuschung hüten, da leicht die Wirkung der Luft bei dem Rühren der beigemischten Substanz

---

[1]) Der Chemismus in der thierischen Organisation. Leipzig, 1840. S. 43 u. ff.

zugeschrieben wird. Besonders gilt dies von den trockenen, gepulverten Stoffen, die jedesmal kleine Luftbläschen mit einführen. Auch wird durch Vermengung mit weißem, unlöslichem Pulver die Blutfarbe wie jeder andere Farbestoff heller, z. B. durch Magnesia, auch selbst durch das vermittelst Bleiessig präcipitirte Eiweiß des Bluts. Ich habe mich daher bei meinen Versuchen einer andern Methode als der gewöhnlichen bedient und weder das frische, noch das geschlagene Blut zum Versuch gebraucht, sondern auf den Blutkuchen, nachdem das Serum so viel als möglich abgelaufen war, die verschiedenen zu prüfenden Substanzen als Pulver aufgestreut, oder als Lösung mit einem Pinsel aufgestrichen. — Die braune oder bräunliche Farbe ist diejenige, welche unter allen am häufigsten bei den Versuchen zum Vorschein kommt, so namentlich durch alle Säuren, wie durch Schwefel-, Phosphor-, Arsenik-, concentrirte Essig- und Blausäure, Milch-, Citronen-, Bernstein-, Weinstein-, Aepfel-, Gerbe-, Schwefelblau-, Selen- und Boraxsäure; ferner nach Hünefeld durch folgende Salze: kleesaures, schwefelsaures, weinsteinsaures, chromsaures (schwarzbraune Färbung), chlorsaures (erst späterhin) Kali, Bromkalium, Chlorstrontium, Chlorbaryum (erst später), Chlorcalcium (eben so), Alaun, Brechweinstein, salpetersaures Silber und salpetersauren Strontian, essigsaures Blei, bernsteinsaures Ammoniak, milchsaures Eisenoxydul (nur wenig), schwefelsaures Chinin, Morphium und Coniin; ferner durch Phosphor und Jod, durch Aether und Mandelöl. So lange der Aether noch im Blute in großer Menge vorhanden, ist die Farbe hellroth; verdampft er, so wird das Blut dunkel und trübe. Das Terpentinöl entfärbt bis zum Gelb. Durch das Kochen wird das Blut braun, das darauf eingetrocknete sieht bei Säugethieren ganz schwarz aus; das bei geringer Temperatur eingetrocknete behält viel mehr von der rothen Farbe; wieder aufgelös't sieht es bräunlich aus. Aetzkali und Schwefelleber bringen ein grünliches Braun hervor, schwefelsaure Magnesia nach und nach ein bläuliches Braun. Kalk und Baryt färben am meisten grünlich, Jodkohlenstoff bläulich. Eine Heidelbeerfarbe, welche der des venösen Bluts nahe kommt, entsteht durch phosphorsaures Natron. — Bei sehr vielen dieser Stoffe bedarf der Versuch einer nochmaligen Wiederholung, und zwar mit besonderer Berücksichtigung der Dauer der Einwirkung und der Concentration der Lösung; viele derselben bringen sogleich oder späterhin, schon in verdünnter Lösung oder in stärkerer das Eiweiß zur Gerinnung und verändern bloß dadurch die Farbe des Blutroths. Bei den Salzen wirken die verdünnten Lösungen zwar meist für den Anfang den concentrirten analog, aber keineswegs auf die Dauer. Sie befördern in jenem Zustande mit wenigen Ausnahmen nach der Röthung die Umwandlung in das Dunkele. Auch ist es bei schwacher Wirkung der Stoffe nicht gleichgültig, welches Blut man zum Versuch wählt; das Blutroth ist zwar bei allen Thieren dasselbe, allein bei manchen ist es in geringerer Menge vorhanden als bei anderen.

Folgende Substanzen sollen, nach Hünefeld, keine Veränderung erzeugen: Gummi, Zucker, Campher, Kreosot, Harnsäure, Harnstoff, Veratrin, salzsaures Chinin, Cantharidin, arsenige Säure (weil sie zu schwer auflöslich ist), Seife, essigsaures Ammoniak (wenigstens nicht anfangs), tartarus ammoniatus, natronatus, cyansaures Kali und salpetersaures Kali und Natron. Unter den permanenten Gasarten stehen sich in ihrer Wirkungsweise auf die Veränderung der Blutfarbe Sauerstoff und Kohlensäure gegenüber. Außer ersterem färbt noch Stickstoffoxydulgas das Blut hellroth, so wie

auch dies vom Phosphorwasserstoffgas und vom Kohlenwasserstoffgas (Berzelius) behauptet wird. Vom Stickstoffoxydgas wird es dunkel purpurroth gefärbt, vom Ammoniakgas stark dunkel, vom Cyangas nur wenig (heidelbeerfarbig), vom schwefligsauren Gase rothbraun, vom Chlorgas anfangs grünlich, dann braun. Das Kohlenoxydgas färbt nicht dunkel, und das Wasserstoffgas nicht hellroth, sondern allmälig dunkler.

Abnormer Weise, so wie hin und wieder bei säugenden Thieren, hat man ein sogenanntes weißes Blut gefunden, welches jedoch vor der Gerinnung nie ganz weiß, sondern weißröthlich ist und erst nach Bildung eines kleinen Blutkuchens als milchiges Serum erscheint. Bei Gänsen zeigt sich diese Erscheinung am häufigsten: sie rührt ohne Zweifel vom Fettgehalt des Blutes her. Ich habe neulich über 7% Fett in einem solchen Blute gefunden. Hewson glaubt, daß das Fett aus dem Fettzellgewebe resorbirt sei, und deßhalb bei hungernden Gänsen das weiße Blut sich am häufigsten fände. Jene von mir untersuchte Gans war aber vier Wochen lang gemästet worden. Von dem milchigen Serum soll noch weiter unten die Rede sein. Nur wo dessen Farbe sehr weiß ist, modificirt sie die Farbe des frischen ungeronnenen Blutes.

Wärme des Bluts.

Das Blut hat die Wärme des übrigen Körpers, ist wahrscheinlich der wärmste Theil von allen. Beim Auslassen aus der Ader zeigt es aber immer einige Grade weniger, als wenn das Thermometer in die Ader selbst gesteckt wird. Selten steigt es dort bei den Menschen bis zu 31° R., nur im Fieber bis zu 32°. Die Verschiedenheiten richten sich, so weit sie nicht von der Art des Ausflusses und anderen äußeren Umständen abhängen, nach der Stärke des Athmens und Herzschlages, gerade so wie die Temperatur des Körpers im Allgemeinen. Bei Schwangeren fand ich immer ein kälteres Blut als sonst bei den übrigen Frauen. — Ueber die Wärmecapacität des Blutes, d. h. über die Abkühlungszeiten habe ich sehr viele Beobachtungen angestellt und im Ganzen gefunden, daß dieselbe von dem specifischen Gewicht abhängt. Doch machte ich zugleich die Bemerkung, daß bei Aufregung der Herzthätigkeit, unabhängig von dem specifischen Gewicht, die Abkühlung langsamer geschieht [1]).

Nachdem das Blut aus der Ader gelassen, soll in ihm noch eine Zunahme der Wärme beobachtet werden. Scudamore [2]), der in einer großen Reihe von Versuchen eine Erhöhung von 1 — 1½° F. beobachtete, glaubte, daß dieselbe zur Zeit der Gerinnung eintrete und durch diesen Vorgang entstehe. Die späteren Beobachter haben größtentheils diese Thatsache in Abrede gestellt. So Schröder van der Kolk und Denis, besonders aber J. Davy [3]). C. H. Schultz [4]) macht mit Recht darauf aufmerksam, daß die Erhöhung der Temperatur in den Versuchen von Scudamore gar nicht mit der Zeit der Gerinnung übereinstimme, da nach 1 bis 2 Minuten dieselbe noch nicht erfolge; vielmehr müsse man, um die Wahrheit zu finden, zu einer Beobachtung Hunter's zurückkehren; dieser

---

[1]) S. das Blut physiologisch und pathologisch untersucht. Bonn 1836. S. 8 u. 170.
[2]) Ein Versuch über das Blut. A. d. E. Würzburg, 1826. S. 63.
[3]) Physiological and anatomical Researches. London, 1839. Vol. II. p. 11.
[4]) System der Circulation. Stuttgart und Tübingen, 1836. S. 95.

hatte nämlich gesehen, daß das Blut einer Schildkröte an der Luft noch vor dem Gerinnen einen Grad wärmer ward, beim Gerinnen sich aber wieder abkühlte. Schultz hat die Temperaturerhöhung sehr häufig bei venösem Blut im Augenblick, wo dies sich röthet, noch vor der Gerinnung wahrgenommen. Doch müssen, sagt er, mancherlei günstige Bedingungen dabei zusammentreffen; die Einwirkung der Luft ist die nothwendigste. Das Arterienblut bot dies Phänomen nie dar. Diese Angaben, die noch viel Räthselhaftes enthalten, besonders, weil das Blut sich nicht in einem Augenblicke röthet, und nur die Oberfläche, nicht aber die Tiefe sich verändert, haben in den neueren Beobachtungen von J. Davy [1]) eine Stütze gefunden. Dieser sah nämlich durch das Schütteln des venösen Blutes mit Sauerstoff 1 — 2° F. Wärme sich entwickeln, widerspricht also gerade der Behauptung Scudamore's, daß das Blut sich in Sauerstoff rascher, in Kohlensäure langsamer abkühle. Die nähere Darlegung der Thatsache und die Erklärung wollen wir erst in dem Artikel »Wärme« versuchen.

Ph. Wilson [2]) behauptet, durch Galvanismus könne man aus dem arteriellen Blut Wärme (3 — 4° F.) entwickeln, nicht aber aus dem venösen. Scudamore [3]) will indessen auch bei diesem einen gleichen Erfolg durch Reibungselektricität gesehen haben, obgleich Schübler [4]) bewies, daß das Blut bei Anwendung von Elektricität rascher sich abkühlt. Neuerdings hat Buzorini [5]) diesen fast ganz in Vergessenheit gerathenen Gegenstand wieder durch die Behauptung angeregt, er habe durch den Galvanismus die Temperatur des Blutes um 2 — 3° R. steigen gesehn.

Geruch des Bluts.

Der Geruch des Blutes ist eigenthümlich, bei den Menschen und jeder Thiergattung verschieden, gerade so wie es auch der der Lungen- und Hautausdünstung ist; schwach in der Jugend, stärker in der Pubertät, mehr entwickelt bei robusten als bei schwachen Individuen. Das Blut von Männern hat einen stärkern Geruch als das der Frauen. Negerblut soll eigenthümlich stark, unangenehm riechen, das der Castraten nur schwach. Daß der Geruch in gewisser Beziehung zur Function der Zeugungstheile steht, ist nicht zu läugnen. — Barruel [6]) gab an, daß durch Zusatz von Schwefelsäure der Geruch sich viel stärker entwickele; in einem gerichtlichen Falle über den Ursprung eines Blutfleckens zu Rathe gezogen, versichert er sogar, auf diese Weise durch den Geruch ermittelt zu haben, daß das Blut von einem Menschen und nicht von einem Thiere, und zwar entweder von einem Knaben oder einem Weibe, nicht aber von einem Manne sei. Raspail und Hünefeld läugnen die Eigenthümlichkeit der Schwefelsäure, den specifischen Geruch des Blutes zu verstärken, vielmehr entwickele sich ein anderer, der sehr veränderlich sei und sich von dem anderer organischen Substanzen nicht unterscheiden lasse. Ich muß ebenfalls die Barruelsche

---

[1]) A. a. O. S. 170.
[2]) An experimental Inquiry into the laws of the vital functions. Ed. II. p. 240 and 244.
[3]) A. a. O. S. 49.
[4]) Gilbert's Annalen, B. XXXIX. S. 303.
[5]) Würtemberger Correspondenzblatt, B. VI. Nr. 24.
[6]) Annales d'Hygiène publique et de médécine legale. Nr. I. (s. Fromherz medic. Chemie, B. II. S. 520.)

Behauptung zum wenigsten für sehr übertrieben erklären; ganz unwahr ist sie nicht; nur darf man die Säure nicht zu concentrirt anwenden. Die Wirkung derselben hat Matteucci auf eine einleuchtende Weise so erklärt: es sättigt die Säure das Natron einer mit einer flüchtigen Fettsäure gebildeten Seife, wodurch also das Fett frei wird. — Beim Kochen des Bluts ist ein anderer Geruch bemerkbar als der, den das frische Blut besitzt. Bei den meisten Thieren fand ich ihn nur wenig in jenem verschieden; bloß im Rinderblut, sowohl von Ochsen, wie von Kühen und Kälbern, war er specifisch, nämlich vollkommen moschusartig. Er haftet an dem Serum; trocknet man dies ein und weicht dasselbe nach Jahren wieder auf, so kommt der Geruch nach Moschus noch sehr kräftig zum Vorschein. Nach Cap und Henry enthält die Lungenausdünstung der Kühe einen moschusartigen Riechstoff. Derselbe ist vielleicht dem ganzen Geschlecht eigenthümlich und tritt nur bei dem Bisamochsen am stärksten hervor. Es giebt außer dem flüchtigen Riechstoff des Bluts, der mit der Abkühlung sich mindert, einen festen, welcher mit dem festen Fett verbunden ist. Das aus dem eingetrockneten Katzenblute ausgezogene Fett hatte einen höchst penetranten Katzengeruch; das der Hunde roch weniger charakteristisch, unterschied sich aber, so wie das der Menschen und Schweine, sehr auffallend von dem der Pflanzenfresser, bei denen das Fett ganz thranig riecht, ungefähr wie das gewöhnliche Pferdefett. — Durch Chlor ist jeder Riechstoff zerstörbar.

Consistenz des Bluts.

Der Consistenzgrad des Bluts hängt ab 1) von der Menge der Blutkörperchen, 2) von der Klebrigkeit des Blutwassers, 3) von dem Wärmegrad und 4), wenn es noch nicht geschlagen ist, von der Stufe der Gerinnung, auf welcher das Blut sich befindet. Im Ganzen richtet sich der Consistenzgrad, wenn wir die Gerinnbarkeit ausnehmen, fast ganz nach dem specifischen Gewicht, weßhalb wir auch dies als etwas genau, nicht bloß durch ungefähre Schätzung, wie die Flüssigkeit des Bluts, Bestimmbares näher betrachten wollen. Wir reden hier nur von dem Gewicht des geschlagenen, seines Faserstoffs beraubten Bluts, denn die Messung hat beim frischen Blute zu viel Schwierigkeiten. Wenn Mandl behauptet, durch die Gerinnung werde das Blut schwerer, und Letellier, daß die Entziehung des Faserstoffs eine gleiche Wirkung habe, so wollen wir dies nicht vollständig in Abrede stellen, weil das Blut bei der Verdunstung etwas Verlust erleidet, theils an Gasen, theils an Wasser, und weil zweitens die Temperatur sich ändert; allein so hoch beläuft sich der Unterschied gewiß nicht, wie Ersterer angiebt. Mandl hat sich durch die Luftblasen täuschen lassen, die das frische in ein Glas aufgefangene Blut jedesmal einschließt und schwer entweichen läßt. Wenn man nur jedesmal bei demselben Wärmegrad und bald nach dem Abfluß aus der Ader das Blut wiegt, erhält man zwar dadurch nur Verhältnisse von relativem Werth, die aber dennoch von sehr großer Genauigkeit sein können; und daß diese wichtig genug sind, um erforscht zu werden, davon kann man sich leicht überzeugen. Ich habe in mehr als 400 Fällen bei Menschen das Blut gewogen und bin zur Ueberzeugung gelangt, die Untersuchung des specifischen Gewichtes des Bluts sei in Krankheiten so wichtig, daß jeder Praktiker dieselbe vornehmen müsse. Wenn der Arzt, wie man es heut zu Tage macht, das Blut eines Aderlasses einmal ansieht, vielleicht auch sogar die Festigkeit des Blutkuchens mit

dem Löffel prüft, so hat er wenig Nutzen davon; ja oft zieht er daraus nur einen falschen Schluß zum Nachtheil seines Kranken, behauptet z. B., daß das Blut sehr entzündlich sei, wenn die Faserhaut dick ist, daß es sehr cruorreich sei, der Kranke also viel Blut haben müsse, wenn der Blutkuchen groß ist. Wir finden in Magendie's Vorlesungen über das Blut die Belege für diese Anklage. Wer aber sich die leichte Mühe giebt, in einem kleinen Glase, welches 500 — 1000 Gran hält, das geschlagene Blut zu wiegen, der erfährt durch diese leichte Mühe genau, ob der Kranke viel oder wenig Blut im Körper habe, ob seine Constitution kräftig oder schwach sei, ob eine Wiederholung des Aderlasses mit Gefahr verbunden sei, oder nicht. Es ist hier nicht der Ort, in die Pathologie des Bluts näher einzugehen, und ich verweise daher auf meine früheren Untersuchungen, die ich nächstens noch zu vervollständigen gedenke. Auch die Breite innerhalb der Grenzen der Gesundheit wird übrigens schon eine Bestätigung meiner Behauptung andeuten.

Die neueren Schriftsteller geben das normale Gewicht des menschlichen Bluts zwischen 1040 — 1060 an; die neuesten Angaben liegen alle zwischen 1050 und 1059. Und dies sind auch wirklich die Grenzen, zwischen denen das Gewicht des gesunden Bluts schwankt, so daß ich das Mittel 1055 erhielt (nach meinen neueren Messungen mit besserer Waage, aber bei weniger Menschenzahl könnte es etwas höher sein), als ich gesunde Erwachsene, zur Hälfte Männer, zur andern Weiber, für die Berechnung auswählte. Das Geschlecht erfordert nämlich Berücksichtigung. Das Blut der Männer ist dicker und wenigstens $\frac{1}{1000}$ schwerer, als das der Weiber, und hält sich immer über 1053, während das der Weiber häufig nur 1050 wiegt. Die Zahl 1058, selbst 1059 ist bei robusten Männern nicht selten; die Zahl 1045 kommt bei schwangeren Frauen zuweilen vor. In der Jugend ist das Blut dünner und leichter als bei Erwachsenen; die allgemeine bekannte Redensart von leichtem Blut der Jugend spricht daher eine physiologische Wahrheit aus. Ich habe besonders bei Thieren dies in Erfahrung gebracht, wie ich an einem andern Orte, wo ich von der Veränderung des specifischen Gewichtes bei Thieren handeln will, näher angeben werde. Bei Neugebornen ist das Blut dünn und leicht; die Nabelgefäße derselben sollen übrigens nach Denis ein Blut von 1075 sp. G. geben.

Bei den Hausthieren habe ich sehr häufig das Blut gewogen; die Differenzen bei einer und derselben Thierart sind hier noch größer als bei Menschen, daher die Zahl der Messungen nicht zu klein sein darf. Vielleicht kommt es daher, daß ich den Angaben J. Davy's [1]) nicht ganz beitreten kann. Die Reihenfolge bei ihm ist: Ochs 1061 (Venenblut), Schwein, dann mit beträchtlich leichterm Blute folgen Pferd, Schaf und Hund, Katze (Venenblut 1050); die meinige lautet: Schwein 1060, Hund, Ochs, Pferd, Katze (1054,5), Kaninchen, Schaf und Ziege machen (mit 1042,5) den Schluß. Die genaueren Gewichtsangaben sollen an einem andern Ort folgen [2]).

---

[1]) A. a. O. S. 24.

[2]) Ich muß hier mein Bedauern ausdrücken, daß ich von den Resultaten einer seit fast 2 Jahren ununterbrochen fortgesetzten Arbeit über das Blut der Säugethiere in der Gesundheit und unter abnormen Verhältnissen bei dieser Abhandlung noch äußerst wenig Gebrauch machen kann. Von der für jeden einzelnen Fall nöthig befundenen größern Zahl von Untersuchungen und Analysen kann nur das Mittel interessiren, und dies habe ich leider noch nicht genau ziehen können, da überall noch einzelne Lücken unausgefüllt sind. Ich sehe mich daher genöthigt, in der vor-

Von den Vögeln habe ich das Blut von Gänsen, Hühnern und Truthähnen untersucht. Im Durchschnitt ist dies 1054,° (1044,5 — 1065,°) schwer und also schwerer als das der Haussäugethiere, deren Mittel 1052,2 ist. Das specifische Gewicht des Blutes von Fröschen ist nach J. Davy 1040, das der Fische (sieben Arten) 1032 — 1051, im Mittel 1035. — Es wäre höchst wünschenswerth, wenn auf eine ähnliche Weise, wie die Größe der Blutkörperchen jetzt bei so vielen Thieren gemessen ist, auch das specifische Gewicht des Bluts von wilden Thieren untersucht würde. Freilich ist dies schwieriger als jenes, und dies aus mehr als einem Grunde, aber ich glaube sicher, nicht weniger interessant. Die Hauptschwierigkeit liegt darin, daß man von verschiedenen Individuen derselben Species das Blut untersuchen muß, weil Constitution und Lebensweise so wichtigen Einfluß auf das specifische Gewicht des Bluts haben. Je kräftiger die Constitution ist, je besser die Nahrung, desto schwerer ist das Blut. — Durch Hungern wird anfangs immer das Blut leichter, wenn aber auch die Entziehung des Getränkes hinzukommt, so wird es später schwerer und dickflüssiger. — Daß das Blut am Morgen schwerer ist, als am Abend, wie z. B. J. Davy in Krankheiten gefunden hat, rührt ohne Zweifel von der großen Menge Flüssigkeit her, die im Laufe des Tages, besonders am Abend aufgenommen war.

Elektricität des Bluts.

Ueber die Elektricität des Bluts hat Bellingeri [1]) Versuche angestellt, die aber auf falschen Voraussetzungen beruhen und daher keinen Werth haben. Er bediente sich bei denselben als Elektrometer des allerdings sehr empfindlichen, aber dabei höchst unsichern, sehr unregelmäßig reagirenden Froschschenkels und ersetzte das Metall in der galvanischen Kette, welche mit dem Muskel und mit dem Nerv in Verbindung kam, durch das Blut. Daß ein einziges Metall schon durch seine Berührung mit den Nerven und oft schon die bloße Verbindung des Nervens mit dem Muskel Zuckung erzeugt, hat er ganz übersehen. Daher mußten denn die Versuche, die Herneberg und ich wiederholten, ganz unbestimmte Resultate geben. Nach Bellingeri ist das Blut meist so elektrisch wie das Eisen und behält zwei Tage lang die Elektricität. Hornbeck [2]), welcher nach Dutrochet's Vorgang die galvanische Säule als Prüfungsmittel benutzte, giebt dagegen an, daß das ganze Blut mehr negativ als das Wasser sei. Dutrochet [3]) hatte den Faserstoff und die Kerne der Blutkörperchen, weil sie zum positiven Pol wandern, für elektronegativ, die Schale, den Farbestoff, für elektropositiv erklärt; Hornbeck hielt aus demselben Grunde sowohl das Serum als auch den Farbestoff, besonders aber letztern für elektropositiv. Alles elektrische Verhalten reducirt sich aber lediglich auf ein

---

liegenden Arbeit nur die Resultate im Rohen, so weit sie in den vorhandenen Zahlen durchblicken, mitzutheilen, und verweise in Betreff der näheren Erörterungen und Belege auf die sehr bald erscheinende Schrift: Neuere chemische Untersuchung über das Blut der Menschen und Hausthiere in Beziehung auf Physiologie, Pathologie und Therapie.

1) Experimenta in electricitatem sanguinis, urinae et bilis animalium habita. Aug. Taur. 1826.

2) Diss. de sanguine. Hafn. 1832.

3) Annales des sciences natur. 1831. — Froriep's Notizen. Nr. 715.

chemisches, und beruht, wie J. Müller [1]) bewiesen hat, auf falschen Prämissen. Auch in den Thatsachen weicht Müller von Dutrochet ab. Er fand keinen Unterschied zwischen Kern (Hülle und Kern) und Schale (Blutroth); beide sammelten sich am Zinkpol an. Bei Anwendung von Platindrähten häufte sich nicht der Farbestoff am Kupferpol an, wohl aber bei der von Kupferdrähten. Eben so wenig bildete sich ein Gerinsel aus der alkalischen Lösung des Farbestoffs im erstern Falle, wohl aber eines am Zinkpol in Folge der Oxydation des Kupferdrahtes. Die Gerinnung des Eiweißes im Serum am positiven Pol hängt nach demselben Beobachter von der Zersetzung der Salze ab, deren sich daselbst ansammelnde Säuren das Eiweiß zum Gerinnen bringen, während das Alkali am negativen Pol das Eiweiß aufgelös't erhält. Mit dieser Ansicht ist auch Mulder einverstanden. Außerdem hat auch Müller den Irrthum Dutrochet's widerderlegt, daß man durch die galvanische Elektricität aus dem Eiweiß Muskelsubstanz bilden könne.

Menge des Bluts.

Sehr vielfach sind die Bemühungen gewesen, die Menge des Bluts im menschlichen und thierischen Körper zu bestimmen. Erstens fing man beim Verbluten alles Blut zu diesem Zwecke auf; es zeigte sich aber, daß man auf diesem Wege zu wenig Blut erhielt (Burdach z. B. nur ℥ 24 von einer enthaupteten vollblütigen Frau), und daß ein Theil des Bluts in der Leiche zurückblieb. Piorry hat hierüber bei Hunden nähere Nachweisungen gegeben. Zweitens zerhackte man den ganzen Körper und wusch die einzelnen Theile sorgfältig aus; aber jetzt war offenbar die Menge der geronnenen Flüssigkeit zu groß, weil man auch die parenchymatöse Flüssigkeit ausdrückte. Drittens kam Herbst [2]) auf den Gedanken, die Menge der Injectionsmasse zu messen, die man braucht, um Arterien und Venen zu füllen; er bedachte aber hierbei nicht, daß man einestheils nicht alle Gefäße vollständig zu injiciren im Stande ist, und daß man anderntheils eine abnorme Ausdehnung der Gefäße, besonders der Venen, der Extravasate gar nicht einmal zu gedenken, hervorbringt. Auf eine höchst sinnreiche Weise hat endlich viertens Valentin [3]) dies Problem bei Thieren zu lösen versucht. Er entzog denselben etwas Blut, dessen Wassergehalt er nachher berechnete, spritzte dann eine bestimmte Menge Wasser in die Venen ein und entzog darauf wiederum nochmals eine Portion Blut, dessen Wassergehalt er mit dem des zuerst gelassenen verglich. So hatte er das Mittel in Händen, um nachzuweisen, mit wie viel Blut jenes Wasser sich vermischt hatte. Wiewohl sich auch gegen die Genauigkeit dieser Methode einige Einwendungen machen lassen, so ist dieselbe doch die genaueste, welche erdacht werden kann. — Am allerwenigsten ist ein Schluß auf die Menge des Bluts aus der Größe des Blutverlustes erlaubt, die ein Mensch oder ein Thier in einem kürzern oder längern Zeitraum erleidet, weil nämlich das Blut, je größer der Verlust, desto wässeriger wird, sowohl durch Getränke als durch Absorption der parenchymatösen Flüssigkeit, und weil sich

---

[1]) Poggendorff's Annalen. Jahrgang 1832. S. 8. — Handbuch der Physiologie. 3te Aufl. B. 1. S. 139.
[2]) Comment. hist. crit. anat. phys. de sanguinis quantitate. Gotting. 1822.
[3]) Repertorium der Anatomie und Physiologie. B. XXX. S. 287.

rasch ein neues, wenn auch unvollkommenes Blut aus den festen Theilen des Körpers, namentlich durch Aufnahme des Fettes, bildet.

Valentin macht die sehr richtige Bemerkung, daß die Bestimmung der Blutmenge immer relativ zu dem Gewichte des Körpers sein müsse, wenn man Vergleichungen derselben anstellen will; die Bestimmung der absoluten Menge hat nur bei einem einzelnen Individuum Werth. — Das absolute Gewicht des Bluts schwankt nämlich sehr, selbst bei ausgewachsenen Individuen derselben Thierart, weil es sich nach der Körpergröße richtet; das relative hingegen ist für jede Thierart constant.

Das absolute Gewicht des Bluts bei Menschen ward von den Anatomen sehr verschieden angegeben. So schätzte es unter Andern Haller auf 28 — 30 Pfd., Wrisberg auf 24 Pfd. (Beide fingen das Blut Hingerichteter auf), Herbst auf 26 Pfd. (er machte Injectionen in die Gefäße), Hoffmann auf 20 Pfd. Diese Angaben sind die mittleren. Reil und Andere nahmen 40 Pfd. an, während Blumenbach und Andere nur 8 — 10 Pfd. als die Norm ansahen. Gewöhnlich schlägt man das Gewicht auf 20 Pfd. an, so daß also der sechste bis achte Theil des ganzen Körpers Blut wäre. Nach Valentin's ungefährer Schätzung, die er auf die Erfahrungen bei den Thieren stützt, beträgt das relative Gewicht bei den Menschen etwas mehr; es verhält sich zu dem des Körpers wie 1 : 4,25. — Jedenfalls besitzt der Mensch das Vorrecht vor den Thieren (ob vor allen?), relativ zum Körper die größte Menge dieser wichtigen Flüssigkeit, in welche Moses den Sitz der Seele verlegt, zu besitzen. Sicher scheint es wenigstens zu sein, daß die kleineren Thierarten verhältnißmäßig weniger Blut als der Mensch enthalten; nur die größten könnten den Menschen übertreffen. Vergleichen wir die nachfolgenden, allerdings nicht ganz sicheren Angaben der früheren Beobachter [1]), so findet sich der von Valentin aufgestellte Satz, daß, je kleiner die Thierart, desto geringer die relative Blutmenge sei, im Ganzen bestätigt; jedoch steht die Vermehrung der Verhältnißzahl nicht in ganz gleichem Verhältniß zu der Vermehrung des Körpergewichts. Das Verhältniß des Bluts zum Körper ist bei der Weinbergsschnecke nach Ermann wie 1:6, nach Carus 1:9,6, bei dem Schaf nach Gasparin 1:10, nach Herbst aber 1:22, bei dem Salamander nach Krimer 1:12, bei dem Ochsen nach Herbst 1:12 (Schultz fand 50 — 110 Pfd.), bei dem Krebs nach Carus 1:13, bei dem Frosch nach Krimer 1 : 14, nach Herbst 1:16, bei der Eidechse nach Blumenbach 1:14, bei dem Hunde nach Herbst 1:16, ferner nach demselben bei dem Pferde und der Taube 1 : 18, bei dem Hasen, der Ziege, dem Kalbe, dem Lamme und dem Sperling 1:20, bei dem Schaf und der Katze 1:22, bei dem Esel 1:23, bei dem Kaninchen 1:24, bei der Ente 1:29, bei dem Karpfen nach Krimer 1:30, bei dem Hecht nach demselben 1:32, bei der Henne nach Herbst eben so viel. Von 100 Aalen erhielt Menghini kaum 1 Unze Blut. — Mit diesen Angaben stimmmen Valentin's Berechnungen wenig überein. Sie sind beim Hunde 1:4,5, beim Schaf 1:5,02, bei der Katze 1:5,78, bei dem Kaninchen 1:62. Nach demselben verdienstvollen Anatomen haben die weiblichen Thiere relativ weniger Blut als die männlichen. Mit diesem an Hunden gewonnenen Ergebniß steht die Behauptung von Schultz in Widerspruch, daß eine Kuh von demselben Gewicht wie ein Ochse 40 — 50 Pfd.

---

[1]) Die Citate finden sich größtentheils bei C. H. Schultz System der Circulation. S. 106.

Blut mehr gebe. — Daß die fetten Menschen blutarm sind, wußten schon die alten Aerzte, und Schultz fand 20 — 30 Pfd. Blut mehr bei einem magern als bei einem gemästeten Ochsen. Hierzu macht jedoch Valentin die Bemerkung, daß fette Körper das Blut mehr in den Haargefäßen zurückhalten als magere.

B. Die Bestandtheile des Bluts bei der mikroskopischen und mechanischen Analyse.

1. Das Blut vor dem Gerinnen.

Das frische Blut besteht im Körper aus einer farblosen, verschiedene Stoffe in Auflösung haltenden Flüssigkeit, in welcher kleine rothe, unter dem Mikroskope sichtbare Körperchen suspendirt sind. Wir handeln von letzteren zuerst.

Blutkörperchen.

Die von Malpighi entdeckten und schon von Leeuwenhock genau beschriebenen Blutscheibchen, Blutbläschen, Blutzellen, Bluttheilchen, Blutpartikelchen, Blutkörnchen untersucht man am besten, wenn man geschlagenes Blut mit etwas Blutwasser verdünnt, oder wenn man ein kleines Stückchen Blutkuchen in Serum ausdrückt. In ganz frischem, noch ungeronnenem Blut sind sie auch wohl ohne Verdünnung erkennbar, falls man nur den Tropfen zwischen zwei Glasplatten zu einer ganz dünnen Schicht vertheilt; sonst nämlich kann man kein einziges Körperchen unterscheiden, weil sie zu dicht an einander liegen. Es sind ihrer so viel im Blute, daß, falls man 20 Pfd. Blut im menschlichen Körper annimmt, ihre Menge in diesem sich ungefähr auf 12 bis 13 Billionen beläuft. Statt des Serums, was freilich das beste Verdünnungsmittel ist, kann man sich auch einer Kochsalzlösung mit etwas Eiweiß, oder nach Bruns einer concentrirten Lösung von kleesaurem Ammoniak mit etwas Eiweiß bedienen. Auch Zucker ist zu diesem Zweck empfohlen worden, jedoch mit weniger Recht. Von der richtigen Beschaffenheit des verdünnenden Mediums hängt es ab, ob man die in ihrer Gestalt sehr leicht veränderbaren Blutkörperchen in ihrer normalen oder in einer von derselben ganz verschiedenen Gestalt zu sehen bekommt. Gerade daß darauf die früheren Beobachter nicht genug Rücksicht nahmen, ist der Grund, warum ihre Darstellungen meist so falsch sind, wie man sich aus Mandl's Abbildungen [1]) überzeugen kann. Uebrigens hat schon Hewson [2]) eine getreue Beschreibung der Blutkörperchen gegeben. In der neuen Zeit haben sich sehr viele Beobachter mit der Untersuchung der Blutkörperchen beschäftigt und sind durch die Benutzung vortrefflicher Mikroskope zu mehr Uebereinstimmung als in früherer Zeit gelangt. Nachdem v. Gruithuisen, G. R. Treviranus, Home und Bauer, so wie Rudolphi von Neuem diese Untersuchung angeregt hatten, folgten unter Andern Prévost und Dumas [3]), Döllinger und

---

[1]) Anatomie microscopique. II. sér. 1. livr. Paris 1838.

[2]) Experimental Inquiries into the properties of the blood. London 1774 — 1777. III. voll. Deutsch. Nürnberg 1700. — Disquisitio experimentalis de sanguinis natura. Opus posthumum. Lugd. Bat. 1785.

[3]) Bibliothéque universelle de Genève. Vol. XVII. (1821). p. 215 u. ff.

Schmidt [1]) Hodgkin und Lister [2]), J. Müller [3]), Schultz [4]), R. Wagner [5]), ich [6]), Gulliver [7]) und Hünefeld [8]). Eine ausführlichere Literatur dieses Gegenstandes und specielle Citate nebst eigenen Beobachtungen findet man bei E. H. Weber [9]), Burdach [10]), Mandl [11]), Köstlin [12]) und Bruns [13]). Die ältere Literatur giebt Haller [14]).

Die Blutkörperchen des Menschen sind kreisrunde Scheibchen, in der Mitte von beiden Seiten etwas napfförmig vertieft, was bei der Betrachtung der auf dem Rand stehenden Scheibchen ganz deutlich wahrgenommen werden kann. Young, E. H. Weber, J. Müller und R. Wagner nehmen diese Vertiefung an; nicht so Schultz u. A. Dagegen halten Andere die Scheibchen sogar für durchbohrt, so farblos und durchsichtig ist die vertiefte Mitte. Mandl erklärt diesen mittlern Eindruck für ein Kunstproduct. Es müßte aber doch wunderbar zugehen, wenn die Körperchen im kreisenden Blut platt wären und so rasch biconcav würden, daß man bei der schnellsten Untersuchung des ungeronnenen Bluts sie schon als solche fände. Die Art und Weise, wie sie im Wasser aufquellen, zeigt ferner nicht allein, daß sie biconcav sind, sondern auch, daß sie es höchst wahrscheinlich von Natur sind. Denn die zur Kugel sich verwandelnden Körperchen behalten noch lange Zeit auf einer oder auf beiden Seiten den Eindruck bei. — In der Mitte der Vertiefung sitzt häufig ein kleines helles Körnchen oder eine kleine nicht scharf umschriebene Hervorragung, von welcher weiter unten noch näher die Rede sein soll. Die Vertiefung, der farblose und durchsichtige Theil des Blutkörperchens beträgt ungefähr die Hälfte des Durchmessers des Scheibchens; der umgebende dunkle Ring hat also eine Breite von ungefähr ¼ des Durchmessers. Er ist fast eben so dick, denn vier platt an einander liegende Blutscheibchen bilden einen Cylinder, der fast dieselbe Höhe als Breite hat, wenn er von der Seite gesehen wird. Der Rand des Scheibchens ist etwas abgerundet, nicht scharf wie der einer Münze. Die meisten Säugethiere besitzen Blutkörperchen, welche denen des Menschen in der Gestalt ganz ähnlich sind. Bei manchen Thieren, wie z. B. bei den Ochsen, Schafen, Schweinen ist ihre normale Gestalt schwer zu beobachten, weil sie sich in der Luft sogleich verändert; man muß das Blut ganz junger Thiere untersuchen, wenn man die biconcave Scheibenform finden will. — Nachdem R. Wagner zuerst die Aufmerksamkeit auf die Verschiedenheit der Blutkörperchen bei den Thieren hingeleitet und eine Untersuchung angeregt hat, die deßhalb so interessant ist, weil sie ein Elementargebilde des thierischen Körpers betrifft, das nicht wie Muskel- und Nervenfaser bei je-

---

[1]) J. Chrys. Schmidt über die Blutkörner. Würzburg 1822.
[2]) Philos. Magaz. 1827. Deutsch in Froriep's Notizen Nr. XVIII. S. 241. u. ff.
[3]) Handbuch der Physiologie. B. I. Erstes Buch, erster Abschn., erstes Capitel.
[4]) A. a. O. S. 12 u. ff. — Ueber die Hewson'schen Untersuchungen der Blutbläschen und der plastischen Lymphe des Bluts. Leipzig 1835.
[5]) Beiträge zur vergleichenden Physiologie des Bluts. Leipzig 1833. — Nachträge Leipzig 1838.
[6]) Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. Bonn 1839. B. II. Heft 1 u. 2.
[7]) London and Edinburgh philos. Magaz. Vol. XVII. p. 139. 325. 327.
[8]) A. a. O.
[9]) Hildebrandt's Anatomie. — Weber. B. I. S. 146 u. ff.
[10]) Lehrbuch der Physiologie. B. IV. §. 664 u. ff.
[11]) A. a. O.
[12]) Die mikroskopischen Forschungen. Stuttgart 1840. S. 52 u. ff.
[13]) Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschw. 1841. S. 36 u. ff.
[14]) De partibus corp. h. Vol. III. p. 92.

der Thierart gleiche, sondern vielmehr sehr verschiedene Größenverhältnisse zeigt, sind die Wagnerschen Ausmessungen von manchen Seiten, namentlich von Mandl und Owen vervollständigt worden, vor Allen aber von Gulliver, der schon bei einer Reihe von vielen hundert Säugethieren aller Zonen die Blutkörperchen untersucht und gemessen hat. Mit Verlangen sieht man den Resultaten einer geordneten Zusammenstellung dieser noch nicht zum Schluß gebrachten Untersuchung entgegen. In Beziehung auf die Gestalt der Blutkörperchen haben diese Forschungen ergeben, daß bei dem Kameel, Dromedar und Lama (Auchenia Vicugna, A. Paca und A. Lama) die Scheibchen nicht wie bei allen übrigen Säugethieren rund, sondern länglich sind und in der Mitte nicht eine Vertiefung, sondern eine bauchförmige Hervorragung besitzen. Somit findet sich hier ein Uebergang zu den unteren drei Classen der Wirbelthiere. Die Vögel haben nämlich elliptische, länglichovale, in der Mitte gewölbte, in einen scharfen Rand auslaufende Blutkörperchen, die Amphibien ovale, platte, in der Mitte mit einer starken Erhabenheit (Kern) versehene, und die Fische besitzen mit einigen Ausnahmen, wo runde Scheibchen vorkommen (bei den Cyclostomen nach Wagner), ebenfalls länglichplatte, elliptische, in der Mitte dickere. — Bei den wirbellosen Thieren, Mollusken, Würmern und Insecten sind nach R. Wagner die Blutkörperchen granulirt, nicht platt, sondern eiförmig, rundlich und weniger regelmäßig gestaltet als bei den höheren Thieren, so daß sogar verschiedene Formen bei einem und demselben Thier vorkommen. Hünefeld, so wie Theile bestreiten neuerdings das Vorkommen der Blutkörperchen bei Regenwürmern, indem jener die beobachteten als dem Darmkanale gehörig betrachtet; nach Gerber ist die Form derselben bei Spinnen die eines Meniscus. — Bei Helix und Limax haben nach Wagner die Blutkörperchen durchsichtige Hüllen mit granulirtem Kern, der bei den übrigen wirbellosen Thieren fehlt. Auch die von Terebella sind scheibenförmig.

Die Größe der Blutkörperchen bei den Menschen ist im Mittel 1/300''' (1/277''' — 1/333'''). Die Angaben anderer Beobachter, die man bei Mandl und Köstlin zusammengestellt findet, variiren zwischen 1/140 1/500'''. Die von J. Müller (1/250 1/416'''), Wagner (1/300 1/400'''), Owen (1/3500''), Bowerbank (1/2861 — 1/3637'' als Mittel, 1/1861 — 1/4545'' als weiteste Grenzen bei verschiedenen Menschen) und Gulliver (1/3429'') kommen mit Ausnahme der weiteren Grenzen den meinigen ziemlich gleich. Bruns will Blutkörperchen von 1/250''' und 1/500''' gefunden haben: ich glaube indessen, daß die Blutscheibchen in unverändertem Zustande selten oder gar nicht so klein sind. Die schon durch die Luft verunstalteten und zu Kugeln verkleinerten Blutkörperchen muß man von der Messung ausschließen.

Bei den Säugethieren scheinen mir die Grenzen in der Größe der Blutkörperchen weiter zu sein als bei den Menschen, so daß das größte das kleinste um das Doppelte übertreffen kann. Wagner hält es für möglich, daß die Größe der Blutkörperchen zu verschiedenen Zeiten bei einem und demselben Menschen wechsele. Sollte aber hier nicht die Verschiedenheit des Mediums leicht täuschen? Vom Embryo ist allerdings bewiesen, daß die Größe seiner Blutkörperchen erstens nicht so gleichmäßig, und zweitens nach E. H. Weber und Wagner im Durchschnitt beträchtlicher ist als bei Erwachsenen. Doch gilt Letzteres nur von ganz jungen Embryonen. Gulliver will sie in 5- — 6monatlichen Früchten kleiner, bei Neugeborenen dagegen größer als bei Erwachsenen gesehen haben. — Die Blutkörperchen der Neger sind nach Wagner vielleicht etwas unbeträchtlich kleiner als die der

Europäer. — Unter den Säugethieren steht der Affe in Beziehung auf Größe der Blutkörperchen dem Menschen sehr nahe. Dieselben sind nur um ein Weniges kleiner. Der Elephant hat unter den Säugethieren die größten nach Schultz, einzelne (ob im Durchschnitt?) noch größere als der Mensch. Man darf aber aus diesen einzelnen Thatsachen nicht folgern, daß nach der Größe der Thierspecies sich auch die der Blutkörperchen richte; die Ausmessungen der genannten Beobachter stehen dieser Vermuthung durchaus entgegen. Eher scheint die Nahrung einigen Einfluß zu haben, indem die Fleischfresser durchschnittlich etwas größere als die Pflanzenfresser, namentlich als die Wiederkäuer besitzen; die Blutkörperchen der Ziegen werden von denen der Menschen in der Größe selbst um $1/5$ übertroffen. Die allerkleinsten kommen nach Gulliver bei Tragulus Japonicus vor. Es würde des Raumes wegen nicht rathsam sein, hier eine Uebersicht aller Messungen der Blutkörperchen der Säugethiere zu geben, und würde sogar voreilig sein, aus den bis jetzt nicht geordneten Angaben, die noch fortwährend eine Vervollständigung erfahren, diesen Augenblick allgemeine Gesetze zu abstrahiren, indem wir uns nur noch kurze Zeit zu gedulden brauchen, bis Gulliver seine angekündigte, diesen Gegenstand erschöpfende Schrift erscheinen läßt. — Die Blutkörperchen der anderen Classen der Wirbelthiere sind alle viel größer als die der Säugethiere, nämlich einige mehr als achtmal so lang als die der Menschen. — Unter den Fischen messen bei Squalus und Raja (R. Torpedo) $1/90'''$, unter den Amphibien bei Proteus anguineus einige selbst $1/30'''$ in der Länge. Nach Wagner haben die Vögel im Ganzen kleinere als die Amphibien, jene im Durchschnitt von $1/125 - 1/150'''$ Länge und $1/250 - 1/300'''$ Breite, diese, theils (die beschuppten Amphibien) eben so lange und etwas breitere ($1/200'''$), theils (die nackten Amphibien) beträchtlich längere, von $1/40 - 1/110'''$, bei einer Breite von $1/90 - 1/150'''$. Die der Fische stehen in der Größe denen der Vögel näher als denen der Amphibien. Die Plagiostomen verhalten sich in Hinsicht der Größe ihrer Blutkörperchen zu denen der Knorpelfische gerade wie die der nackten Amphibien zu den beschuppten. Eigenthümlich ist es, daß bei den Vögeln von den verschiedensten Arten sich die Blutkörperchen weit mehr in der Größe einander gleichen, als bei einer und derselben Art von Wirbelthieren. Bei den wirbellosen Thieren wechselt die Größe der Blutkörperchen sehr, sowohl im Allgemeinen als bei einem einzelnen Individuum, im Ganzen zwischen $1/40$ und $1/100'''$. In Betreff der einzelnen Arten der Vögel, Amphibien, Fische und wirbellosen Thiere verweisen wir auf die genauen Ausmessungen von Wagner.

Die Blutkörperchen sind in ihrem Bau den sogenannten Zellen der verschiedenen Gewebe des thierischen Körpers sehr ähnlich, so daß sie von den meisten Physiologen denselben ganz gleich gestellt werden. Sie bestehen aus einer in Wasser nicht löslichen Grundlage (Gewebe?), welche von einer wahrscheinlich gelös'ten oder wenigstens in Wasser leicht löslichen rothen Substanz (Blutroth) nebst etwas Wasser durchdrungen ist, und in deren Mitte ein Aggregat von festen, nicht mit Blutroth verbundenen Körnchen sich befindet. Jene Grundlage ist wahrscheinlich nach außen zu dichter als nach innen, daher der Ausdruck »Zellenmembran« gerechtfertigt werden kann. Die gewöhnlichste Bezeichnung ist »Hülle« (Hülse, legumen), die insofern beibehalten werden kann, als durch sie der Gegensatz zu dem Kern (nucleus) ausgedrückt wird. Die Substanz, welche man zwischen ihm und der Umgränzungshaut gelagert denkt, heißt der Zelleninhalt. Dieser tritt aus,

wenn man das Blutkörperchen mit Wasser in Verbindung bringt; es bleibt dann noch die farblose Grundlage mit dem Kern übrig. Nur mit Mühe gelingt es durch ein gutes Mikroskop, letztere in diesem Zustande wiederzuerkennen; sie ist aber noch vorhanden, denn durch manche Zusätze kann sie wieder zum Vorschein gebracht werden. Sie verändert leicht ihre Form und vermindert leicht ihren Umfang. Wo das Blutkörperchen seinen aufgelös'ten oder in Wasser löslichen Inhalt austreten läßt, zieht sie sich um den Kern zusammen, so daß sie dann nur ungefähr die Hälfte der frühern Oberfläche darbietet; zuweilen verändert sie auch ihre Form, ohne daß der Inhalt des Körperchens sich vermindert. Denn ich habe berechnet, daß ein normales, scheibenförmiges Blutkörperchen von Menschen ganz denselben Inhalt besitzt, als ein durch Salzlösung ohne Verlust des Farbestoffes allmälig kugelig gewordenes. Es läßt also die Umgränzungshaut nicht allein die Flüssigkeit, welche das Körperchen einschließt, austreten, sondern gestattet auch dem Wasser den Durchgang von außen nach innen. Die Kugelform entsteht dann sowohl, wenn das Scheibchen von innen her durch Tränkung mit Wasser sich ausdehnt, als auch, wenn es bei Anwesenheit einer fremdartigen Substanz, ohne Stoff aufzunehmen oder abzusetzen, sich zusammenzieht. Nach dem Tode zersetzt sich der Inhalt des Blutkörperchens; die Form desselben wird in einem so hohen Grade veränderlich und kann sich namentlich bei geringer Veranlassung so stark in die Länge ausdehnen, daß man deßhalb an dem Dasein einer äußern Haut gezweifelt hat; daß zu dieser Zeit wenigstens jede Spur derselben, falls sie überhaupt existirt hat, verschwunden ist, unterliegt keinem Zweifel. Der in der Mitte der Hülle gelegene Kern ist bei den länglichen Blutkörperchen der drei unteren Classen der Wirbelthiere meist ebenfalls von länglicher, aber auch wohl von rundlicher Gestalt. In den scheibenförmigen Blutscheibchen, namentlich in denen des Menschen nehmen Müller, Krause; und Andere ebenfalls einen Kern an. Wagner [1]) aber bezweifelt mit Berres neuerdings wieder dessen Anwesenheit. Freilich findet sich nicht bei allen, aber doch bei vielen in der Mitte der napfförmigen Vertiefung ein kleines farbloses glänzendes Körperchen, zuweilen statt desselben auch nur eine schwache Färbung. Am größten und am zahlreichsten fand ich jedesmal die Kerne in dem Blute der Schwangeren und der trächtigen Hunde. Außer dieser Spur eines Kerns sitzen bei der runden Art der Blutkörperchen auch noch Rudimente des frühern centralen, nun aber zerfallenen und vertheilten Kerns (siehe unten die Entwickelung der Blutkörperchen) in dem dunkeln, peripherischen Ringe, die unter gewissen Verhältnissen, z. B. schon durch Zusatz von Zucker, deutlich hervortreten. Ob der Kern überall farblos sei, läßt sich nicht mit Gewißheit entscheiden; nach der künstlichen Isolirung ist er es. Sein Bau ist in den elliptischen Körperchen überall deutlich körnig; bei den Salamandern enthält er mehre getrennte Körperchen. Seine Größe beträgt im Ganzen $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$ der Länge des Blutkörperchens; bei den Amphibien ist er ungefähr $\frac{1}{500}$ — $\frac{1}{200}'''$, bei den Fischen $\frac{1}{600}$—$\frac{1}{400}'''$, bei den Vögeln ungefähr $\frac{1}{500}'''$, bei den Säugethieren $\frac{1}{1200}'''$ groß. Zuweilen ist er bei den Menschen noch etwas größer. Seine Größe wechselt nach dem Alter des Blutkörperchens; manche junge haben einen sehr großen, der fast so groß ist, als ein Lymphkörperchen desselben Thiers; manche alte dagegen, und dies ist selbst bei den Fröschen, wo der Kern sonst so deutlich hervortritt, der Fall, besitzen gar

[1]) Physiologie B. I. S. 154.

keine, bestehen bloß aus einer Flüssigkeit haltenden Grundlage. Zuweilen findet man im geschlagenen Froschblute die Kerne von der Hülle getrennt, indem diese an einer Stelle geplatzt ist und einen leeren Raum in der Mitte zeigt. Uebrigens ist der Kern nicht so locker in der Hülle eingeschlossen, daß er nach dem Bersten der Hülle sogleich herausspränge. Manche Physiologen, wie Burdach, Kaltenbrunner, Mandl und Andere, haben die Existenz des Kerns in den Blutkörperchen innerhalb des thierischen Körpers bezweifelt und halten denselben nur für ein Kunstproduct. Auch Wagner ist der Ansicht, daß derselbe sich erst durch Gerinnen bilde. Bruns sucht die Existenz des Kerns zu vertheidigen, und ich stimme ihm bei, wenn ich gleich nicht läugnen will, daß an der vollkommenen Gestaltung desselben auch die Gerinnung außerhalb des Körpers Antheil habe. In dem circulirenden Blute der Frösche erkennt man den Nabel der Blutkörperchen ganz deutlich, und wenn auch nicht selbst den vollständigen Kern, so doch eine mittlere Trübung. Die Entwickelungsgeschichte der Blutkörperchen, das Vorkommen der großen Kerne bei rascher Blutbildung, die Betrachtung der bei den Amphibien so deutlichen Uebergangsstufe der Lymphkörperchen zu den Blutkörperchen lassen keinen Zweifel übrig, daß der Kern schon als eine solide Substanz im kreisenden Blute vorhanden sein müsse. Einige Veränderungen in seiner Consistenz kann er freilich außerhalb des Körpers erfahren, so wie er auch durch Zusätze, z. B. von Wasser, Essigsäure, die ihn deutlicher erkennbar machen, sichtlich einen Theil seiner Masse verliert; daß er von der Hülle und dem Inhalte derselben chemisch verschieden ist, wird Niemand in Abrede stellen können. Da er bei den Fröschen zuweilen ganz homogen und blaß ist, so könnte es fast scheinen, als sei er hohl, d. h. mit Flüssigkeit ausgefüllt. — Ueber seine chemische Zusammensetzung ist schwer etwas zu ermitteln. J. Müller und später J. F. Simon haben ihn für Faserstoff erklärt, indem er durch Alkalien und Essigsäure aufgelös't werde. Indessen lösen ihn die ersteren nicht so rasch als Faserstoff auf, Kali causticum nur unvollständig, und die letztere höchst langsam. J. Vogel hält ihn für durchaus unlöslich in Essigsäure, und deßhalb nicht für Faserstoff, sondern für geronnenes Eiweiß. Bei allen diesen Versuchen ist zu bedenken, daß man nie die Kerne von den ausgewaschenen Hüllen der Blutkörperchen isoliren kann, also das Resultat nicht ganz rein sein kann. Dieser Einwurf ist auch gegen Maitland [1]) zu machen, welcher das Nuclein sogar quantitativ messen will, indem er den aus der Vergleichung des Gewichts des durch Schlagen der einen ungeronnenen und des durch Auswaschen der andern geronnenen Blutportion erhaltenen Faserstoffs sich im ersteren ergebenden Gewichtsüberschuß für Nuclein ansieht. Abgesehen davon, daß diese Differenz zwischen den beiden auf diesen verschiedenen Wegen gewonnenen Faserstoffsmengen nicht constant ist, und man bei Wiederholung dieser vergleichenden Versuche bald mehr Faserstoff auf dem einen Wege, bald mehr auf dem andern erhält, bleiben in dem Faserstoff beim Schlagen des Bluts nicht bloß die Kerne, sondern auch die Hüllen stecken, so daß also der Name Nuclein sehr unpassend ist. — Da bei den Menschen und Säugethieren der Kern in den Blutkörperchen so höchst unbeträchtlich ist, so gilt dasjenige, was man von der chemischen Natur der Kerne gefunden hat, hauptsächlich von der Grundlage der Blutkörperchen, die demnach aus Faserstoff gebildet

---

[1]) An experimental essay on the Physiology of the blood. Edinburgh 1838. p. 27.

sein muß. Die Kerne selbst bestehen entweder gar nicht, oder nur zu einem Theil aus diesem Stoffe. Ich habe schon früher [1]) nachgewiesen, daß die Körner in den Kernen der elliptischen Blutkörperchen Fettpartikelchen sind, und Hünefeld hat auch von den Kernen der anderen Blutscheibchen gezeigt, daß das Fett der Hauptbestandtheil derselben ist. Außer Aether wandte er zur Prüfung auch Terpentinöl und Schwefelkohlenstoff an. Kalter Alkohol und Essigäther verändern den Kern fast gar nicht. Bei dem Verbrennen, bei der Anwendung der galvanischen Säule, so wie gegen Galle verhält sich der Kern völlig wie Dotter. Mit dem Fett ist etwas Eiweiß verbunden.

Der Farbestoff des Bluts hat überall mit Ausnahme der wirbellosen Thiere (Blutigel, Mollusken, Krebs, Auster) seinen Sitz in dem Blutkörperchen. Ob er auch die Umgränzungshaut tränkt, ob er ebenfalls im Kern zu einer sehr geringen Menge sich vorfindet, bleibt unentschieden. Nicht überall ist seine Menge gleich; sie wechselt sowohl nach der Thierart als nach dem Alter des Blutkörperchens. Die Säugethiere besitzen die dunkelsten Blutscheibchen; unter den Hausthieren hat das Schwein und dann der Ochs die rötheſten, die Ziege und das Kaninchen die blasseſten. Schon bei den Vögeln ist die Farbe weniger intensiv; noch schwächer ist sie bei den Amphibien und am schwächsten bei den Fischen. Es entspricht somit die Farbe des Fleisches der Röthe der Blutkörperchen. — Ferner steht bei einem und demselben Thiere die Röthe des Blutkörperchens im umgekehrten Verhältniß zu der Größe des Kerns. Daher die jüngeren Körperchen blasser sind als die älteren. Schultz [2]) und ich sind in dieser Beziehung zu derselben Ansicht gelangt. — Es ist am wahrscheinlichsten, daß der Farbestoff nicht geronnen, sondern im gelös'ten Zustande von den Blutzellen eingeschlossen wird. Man sieht kein Körnchen zwischen Kern und Rand der Hülle, und mit der größten Schnelligkeit wird das Blutroth durch Zusatz von Wasser vollständig aufgelös't. Essigsäure, die es bei mäßiger Wärme coagulirt, zieht es nur zum Theil aus. Bald hat man außer Blutroth noch Eiweiß (Le Canu, Hünefeld), bald noch Plasma (Wagner, Mandl), bald noch reines Wasser (Maitland), bald noch Luft (Schultz, Berres) als fernern Inhalt des Blutkörperchens angegeben. Ich glaube indessen, daß die Beweise für diese Annahmen alle mangelhaft sind. Wenn Plasma oder Serum die Blutkörperchen tränkte, so müßte die Analyse der Blutkörperchen auch die Salze des Blutwassers nachweisen. Nach Berzelius liefert aber die Asche derselben kein Kochsalz, wiewohl dies das hauptsächlichste Salz des Bluts ist, sondern bloß Spuren von kohlensaurem Natron. Dies ist höchst wahrscheinlich mit dem Blutroth verbunden, und somit kann das Blutkörperchen nur mit reinem Wasser getränkt sein. Die Behauptung von Schultz ist wichtig genug, um noch näher besprochen zu werden. Die Bläschen sollen nach ihm hohl sein und Luft enthalten. Daß die vom Farbestoff befreiten specifisch leichter als Wasser sind, zeigt der Versuch keineswegs, nur einzelne halten sich oben im Wasser; jedoch könnte dies in Folge ihres Gehaltes an Fett geschehen, das nicht vom Wasser aufgenommen wird. Enthielten die Blutkörperchen Luft, so müßten sie aber bei dem Schütteln mit verschiedenen Luftarten zusammenfallen und sich ausdehnen, je nachdem man sie mit einer specifisch leichtern oder schwerern Luftart schüttelte. Dies findet jedoch nicht Statt. Auch kann man, wie Haller schon angiebt, das Blut er-

---

[1]) Untersuchungen. Bd. II. S. 95.

[2]) Hufeland's Journal. Jahrgang 1838. Heft IV. S. 6.

wärmen, ohne daß das Volumen der Körperchen sich ändert; nach Simon kann man die durch Essigsäure bei der Wärme des Brütofens im Wasser unauflöslich gewordenen Blutkörperchen sogar kochen, ohne daß sie ihre Gestalt verändern. Ferner ist nicht recht einzusehen, warum die durch Kochsalz sich zusammenziehenden und zur Kugel abrundenden Hüllen nicht doch wenigstens etwas Luft durchlassen sollten, was aber, wie ich geprüft, nicht der Fall ist. Damit soll nun keineswegs gesagt sein, daß nicht eine gewisse Quantität Luft in der von den Blutscheibchen enthaltenen Flüssigkeit diffundirt sein könne. — Der Kern sitzt in der Hülle fest, auch selbst dann noch, wenn das Körperchen durch Wasser in eine Kugel verwandelt worden. Die Beweglichkeit, das sogenannte Rollen des Kerns in derselben, muß ich für eine Täuschung halten. — Man hat ferner behauptet, daß im Innern der Hülle Scheidewände sich vorfänden, und Hünefeld nimmt bei den Fröschen 8—12 derselben an. Allerdings hat dies zuweilen so den Anschein, allein man kann sich hier nicht genug vor Täuschung hüten; das, was man für Scheidewände hält, können auch Falten der Hülle sein. Auch in den Blutkörperchen der Menschen schrumpft diese unter gewissen Umständen ein, und es bilden sich um den mittlern hellen Kreis 8—10 kleine Höckerchen. Die specifische Schwere der Blutkörperchen ist größer als die des Blutwassers, und da die dunkelen rascher zu Boden sinken als die blassen, so bestimmt wahrscheinlich der Inhalt an Farbestoff das specifische Gewicht derselben. Eben so muß aber der Fettgehalt hieran Antheil haben. — Außer, daß er die specifische Schwere vermehrt, trägt der Farbestoff auch noch dadurch zu einem raschern Sinken der Blutkörperchen bei, daß er die Neigung zur Vereinigung befördert. Fast immer kleben die dunkeleren Blutkörperchen schneller und zahlreicher an einander, als die blasseren. Die Blutkörperchen der Menschen und mancher Säugethiere verbinden sich wie Münzen mit einander zu Rollen oder Säulen, die dann wieder an ihren Enden zusammenstoßen. Durch welche Ursache diese Eigenschaft, welche ich schon früher der Aufmerksamkeit der Physiologen und Pathologen empfohlen und späterhin ausführlicher beschrieben habe, bald vermindert, bald vermehrt wird, werde ich späterhin bei der Entstehung der Faserhaut, die zum größten Theil der Vermehrung dieser Neigung zur Vereinigung ihre Entstehung verdankt, näher angeben. Bei keinem Thiere tritt sie stärker hervor als bei dem Pferde. Bei der Katze ist sie ebenfalls sehr deutlich; bei dem Schafe, der Ziege, dem Rinde, dem Maulwurf und dem Kaninchen ist sie dagegen sehr gering, weßhalb sich denn in dem geschlagenen Blute dieser Thiere der Cruor immer nur sehr wenig unter die Oberfläche des Blutwassers senkt. Indessen kommen hier in Krankheiten Ausnahmen vor. So sah ich z. B. einmal im Blute eines an innerer Eiterung sterbenden Kaninchens die Neigung zur Vereinigung ganz auffallend vermehrt. Es ist die Neigung der Blutkörperchen, sich mit einander zu verbinden, um so auffallender, da sie gegen andere Körper wenig Klebrigkeit zeigen, namentlich wenn man sie mit den Lymphkörperchen des Bluts vergleicht, welche leicht an der Glasplatte ankleben und, wie Ascherson dargethan, ein ganz ähnliches Verhalten gegen die Wandungen der Gefäße beim Kreislaufe zeigen. — Die Elasticität der Blutkörperchen, von welcher Leeuwenhoek spricht, ist nicht unbeträchtlich. Wagner empfiehlt, um dieselbe wahrzunehmen, die Untersuchung der Circulation in den zwischen zwei starken Glasplatten gepreßten Lungen des Salamanders. Man sieht hier die Scheibchen sich biegen und ihre frühere Lage wieder annehmen. Nach Bruns dehnen sie sich um das

Drei- bis Vierfache unter dem Quetscher aus und ziehen sich bei nachlassendem Drucke wieder zusammen. Dies läßt sich schwerlich mit der gewöhnlichen Annahme einer Zellenmembran vereinigen.

Es ist schon oben erwähnt, daß die Blutkörperchen sehr veränderbar sind. Die bloße Einwirkung der atmosphärischen Luft reicht schon dazu hin. Besonders geht im Sommer bei anhaltender Hitze die Veränderung rasch vor sich. Wahrscheinlich hat die Zersetzung des Blutwassers hieran wesentlichen Antheil. Am raschesten und stärksten verändern sich die Blutkörperchen von Ochsen und Schweinen; sie werden höckerig und eckig, zuletzt ganz kugelig; dann folgen die der Schafe. Die der Kaninchen kerben sich auch an den Rändern ein, eben so, doch seltener die der Hunde und Katzen. Merkwürdig ist es, daß dagegen die Blutkörperchen anderer Thiere, z. B. der Fledermäuse, in einem mindern Grade auch die der Katzen, ohne höckerig zu werden, aufquellen, das heißt in der Dicke zunehmen, in den anderen Dimensionen aber abnehmen. Auch die der Ziegenlämmer verhalten sich so, zuweilen auch die der Ziegen; im Ganzen werden letztere mehr länglich, etwas dreiseitig. Der Mensch besitzt Blutkörperchen, die nicht so leicht, bevor die Fäulniß nicht eintritt, ihre Gestalt verändern und höchstens mit der Zeit sich etwas einkerben. Auch beim Hunde ist die Neigung zur Veränderung nicht sehr groß. Ich vermuthe, daß der Gehalt an gerinnbarem Fett in den Blutkörperchen und der an Salzen im Blutwasser diese Verschiedenheit in der Veränderung bedingt. Bei den elliptischen Blutkörperchen ist die Veränderung wenig auffallend. — Interessant ist es, daß die Blutkörperchen der jüngeren Thiere durch die atmosphärische Luft veränderbarer sind, als die der ausgewachsenen; namentlich ist zwischen denen der Kälber und denen der Ochsen der Unterschied unverkennbar. Da die ausgeathmete Kohlensäure zum Theil sich aus den Blutkörperchen entwickelt, und der Sauerstoff an denselben haftet, wie weiter unten gezeigt werden soll, so könnte die geringe Intensität des Athmens der jungen Thiere mit jener Erscheinung in Verbindung stehen.

Man hat eine Menge von Substanzen mit den Blutkörperchen in Verbindung gebracht, um aus deren Wirkung auf die Veränderung der Gestalt und Masse den Bau und die Bestandtheile dieser zu erkennen. Müller hat das Verdienst, diese mikroskopische Analyse in Aufnahme gebracht zu haben. Sie ist von mehren Physiologen verfolgt worden, so noch neuerdings von Hünefeld. Ich habe besonders ausführlich die Wirkung derjenigen Stoffe beschrieben, die vielleicht in Krankheiten auf das Blut einzuwirken im Stande sind.

Das Wasser bringt im ersten Grade der Einwirkung auf die runden Blutkörperchen ein Aufquellen derselben hervor, macht dieselben zuerst napfförmig, indem die eine Fläche hervorgetrieben wird, nachher kugelig, indem auch die concave Fläche sich nach außen hin umstülpt; in dem zweiten Grade (5 Theile Wasser auf 1 Theil Blut) zieht es den Farbestoff aus, so daß die kleinen Kugeln anfangs grau werden, und die blassen Hüllen nachher schwer erkennbar sind, ohne (wie schon Prévost und Dumas angaben) ganz zu verschwinden. Die elliptischen Blutscheibchen erlangen nie die vollständige Kugelform, bleiben mehr oder weniger linsenförmig. Anfangs bekommen manche Runzeln, Risse, manche verlieren dabei ihren Kern. Die ferneren Formveränderungen sind bei ihnen äußerst mannigfaltig. Obgleich die Blutkörperchen der Embryonen, wie Schultz zuerst gefunden, sehr empfindlich gegen Wasser sind, so zeigen doch die jungen, den Lymphkörperchen ähnli

chen der erwachsenen Thiere ein entgegengesetztes Verhalten; denn je dicker der Kern in ihnen ist, desto weniger stark ist die Wirkung des Wassers. — Die Körner des Kerns mancher Blutkörperchen (z. B. bei der Kröte) zertheilen sich im Umfang des farblos gewordenen Bläschens: bei anderen löst der Kern sich ab, und das Körperchen zeigt an einer Seite einen Substanzverlust. Bei den runden Körperchen scheint er sich ebenfalls zu zertheilen. Außer durch Jodine (nach Schultz) lassen sich auch durch Salze die entfärbten Hüllen wieder erkennbar machen, besonders durch Metallsalze, z. B. durch Sublimat (nach Gulliver), oder auch durch essigsaures Blei. Nimmt man ein Stück frischen Blutkuchen von einem Menschen oder einem Säugethiere und wäscht die Blutkörperchen aus, so daß unter dem Mikroskop keine bestimmte Formen mehr zu erkennen sind, setzt dann essigsaures Blei zu, so sieht man die Hüllen wieder ganz deutlich. Auch Kohlensäure macht sie in jenem Zustande wieder etwas trüber, undeutlicher. — Berechnet man den Umfang des Blutkörperchens vor und sogleich nach der Behandlung mit Wasser, also den des Scheibchens und der Kugel, so ergiebt sich, daß derselbe nicht abgenommen hat; nur durch Jodine schrumpft die Hülle, wie aller Faserstoff, etwas ein. Der Inhalt des Körperchens ist auch nach dieser Einschrumpfung noch beträchtlicher als vorher, so daß es also keinem Zweifel unterliegt, das Blutkörperchen nehme mehr Raumtheile Wasser auf, als der Verlust an Farbestoff beträgt.

Die Essigsäure ist im verdünnten Zustande ein kräftiges Lösungsmittel für den Farbestoff. Die Hülle der runden Blutkörperchen schrumpft ein und verschwindet nach und nach, so daß die bloßen Kerne übrig bleiben. An dem Kerne der elliptischen findet man die noch etwas Farbestoff einschließende, zusammengezogene Hülle wieder. Setzt man geschlagenes Blut mit einigen Tropfen Essigsäure der Temperatur von 30° R. aus, so werden, wie dies Simon zuerst gefunden, die Blutkörperchen mit Beibehaltung ihres größten Theils von Farbestoff für das Wasser unlöslich.

Die Mineralsäuren wirken nach dem Grade ihrer Concentration sehr verschieden. Bei geringerem Grade ihrer Einwirkung bleiben die runden Blutscheibchen auf der Mitte ihrer Umwandlung in Kugeln stehen, ohne ihren Farbestoff gänzlich verloren zu haben. Die Zusammenstellung der über die Einwirkung der Säuren auf die Blutkörperchen angestellten und unter sich nicht übereinstimmenden Beobachtungen sehe man bei Köstlin [1]).

Die Alkalien, die kaustischen sowohl als die kohlensauren, wirken in verdünntem Zustande wie Wasser, in stärkerem lösen sie die Kugeln auf. Das doppeltkohlensaure Natron hat eine gleiche, jedoch etwas schwächere Wirkung. Das Blut mit elliptischen Körperchen wird durch die Alkalien gallertartig. — Auch Kalkwasser ist ein starkes Lösungsmittel; kaustischer Kalk zerstört die Blutscheibchen vollständig.

Durch Kochsalz schrumpfen die runden Blutkörperchen ein, kerben sich, werden zackig oder körnig, bei einer stärkern Einwirkung ziehen sie sich in die Länge und schlagen ihre Ränder um. Am Ende werden sie zu Kügelchen, die kleiner sind, als die durch Wasser oder Alkalien hervorgebrachten. Das Blut der verschiedenen Säugethiere verhält sich nicht ganz gleich gegen Kochsalz. Die Körperchen des Hundes werden z. B. sehr rasch zu höckerigen Kügelchen umgewandelt, die des Kalbes nur zum Theil und nur wenig. Diejenigen, welche sich in einem und demselben Blute weniger verändert

---

[1]) A. a. O. S. 60 und 61.

zeigen, halte ich für die jüngeren. Die elliptischen Blutkörperchen schrumpfen durch das Kochsalz gleichfalls ein; einige werden platter, eckig, dunkeler; andere, die jüngeren nämlich, quellen auf und verlieren in einer concentrirten Lösung allen Farbestoff; ihr Kern zerfällt in Körner, die sich in der Hülle vertheilen. Das Blut bekommt dann eine schleimige Beschaffenheit. Diese fehlt bei dem Blute mit runden Blutkörperchen; im Ganzen ist aber die Wirkung des Salzes auf Gestaltsveränderung bei letzteren größer als bei den elliptischen. Durch eine sehr concentrirte Kochsalzlösung läßt sich aus diesen, nicht aber aus jenen aller Farbestoff ausziehen. Es ist dies auffallend, weil angenommen wird, daß das Kochsalz die Auflösung des Blutes hindere. Schultz behauptet, daß dies nur auf eine mechanische Weise geschehe, wahrscheinlich durch Verdichtung der Oberfläche der Hülle. Der Blutfarbestoff selbst ist in einer sehr concentrirten Lösung von Kochsalz recht gut auflösbar, denn bei ganz mäßiger Wärme eingetrocknetes Blut giebt seinen Farbestoff eben so gut an jene Lösung wie an reines Wasser ab. Ich vermuthe, daß das Kochsalz deßhalb den Farbestoff aus den elliptischen Blutkörperchen und nicht aus den runden auszieht, weil es verschieden auf das Eiweiß beider Blutarten wirkt. Nur wo das Eiweiß niederschlägt, indem es das Blut schleimig macht, ist das Wasser des Serums auch selbst bei Anwesenheit von viel Kochsalz im Stande, auf den Farbestoff einzuwirken. — Nach der von mir angestellten Berechnung verändert das runde Blutscheibchen der Menschen, welches seinen Gehalt an Farbestoff ungeachtet der Beimischung des Kochsalzes beibehält, wohl seinen Umfang, aber nicht seinen Inhalt, wenn es durch die Einwirkurg des Salzes zu einem Kügelchen von 0,00016″ umgestaltet wird. Es ist somit dieser Vorgang nicht durch Veränderung des Inhaltes, wie bei der Einwirkung des Wassers, sondern lediglich durch Zusammenziehung der Hülle zu erklären. Merkwürdig ist die Wirkung des Kochsalzes in Verbindung mit Ammoniak. Die runden Blutscheibchen werden bei einem bestimmten Mischungsverhältniß zu Ovoiden, deren Längenachse größer als der Durchmesser des Blutscheibchens ist, umgewandelt. Auch bei Mischung des Bluts mit faulendem Eiter findet man zuweilen diese merkwürdige Gestaltsveränderung. — Dem Kochsalz ähnlich wirkt Zucker. — Die übrigen Salze, welche das Eiweiß nicht zum Gerinnen bringen, wirken bald mehr wie das kohlensaure Alkali oder wie eine verdünnte Säure, bald mehr wie das Kochsalz.

Durch Aether werden die Blutkörperchen der Menschen mit der Zeit kleiner, blasser, und verschwinden sogar bis auf die Kerne. Ich habe schon früher gefunden, daß der Farbestoff zum Theil durch Aether ausgezogen wird und nachher im Wasser nicht mehr löslich ist. Bei den Amphibien, wo der Körper viel größer und granulirt ist, sieht man denselben bei Einwirkung des Aethers blasser werden und seine Körner verlieren. Diese bestehen also aus Fett, das auch in dem abgeschütteten Aether sich wieder findet; zugleich wird das ganze Blutkörperchen durch Aether blasser. Weingeist lös't die Blutkörperchen nicht auf. — Durch anhaltendes Schütteln mit Oel zerfallen zuweilen die Blutkörperchen.

Unter den thierischen Flüssigkeiten verändern die eiweißhaltigen und zugleich fetthaltigen die Blutkörperchem am wenigsten. Das verdünnte Eiweiß ohne Kochsalz wirkt durch seinen Gehalt an Alkali stärker zerstörend ein als bloßes Wasser. Auch eine Auflösung von Gummi (etwa 1 Theil auf 10 Theile Wasser) vermag nicht die Integrität der Blutkörperchen zu erhalten, falls sie nicht mit Kochsalz versetzt ist, und zwar muß die

hinzugefügte Kochsalzlösung sehr saturirt sein, damit das Gummi nicht die Blutkörperchen zu Kugeln umwandelt. Eine Lösung von 1 Theil auf 10 neutralisirt die Wirkung der Gummilösung noch nicht. Aus diesen Versuchen, so wie aus der Löslichkeit des vom Serum getrennten Blutroths in einer Kochsalzlösung geht deutlich hervor, daß nicht das Eiweiß oder das Kochsalz für sich allein, sondern nur beide zusammen die Auflösung der Blutkörperchen im Serum verhindern. Sobald einer der beiden Bestandtheile in der Flüssigkeit mangelt, tritt das Blutroth aus den Blutkörperchen aus. Auch Urin bindet, wenn er nicht gar zu wässerig ist, ebenfalls den Farbestoff. Der reine Harnstoff zersetzt jedoch die Blutkörperchen nach Hünefeld. Galle wirkt wie Alkali oder Seife, macht die Blutkörperchen des Menschen anfangs kugelig und lös't sie auf, wenn sie ohne Serum mit den Blutkörperchen vermischt wird. Erwärmte Galle, besonders Hühnergalle, löst selbst die Kerne der Blutkörperchen auf.

Hünefeld hat die Auflösbarkeit, weniger die Gestaltsveränderung der Blutkörperchen durch eine große Menge von Substanzen geprüft. Es fehlen aber leider die Angaben über die Stärke der Zusätze, und es unterliegt hier keinem Zweifel, daß diejenigen, welche diese Versuche wiederholen, mit Hünefeld in Widerspruch gerathen werden, weil von der Stärke der Zusätze sehr Vieles abhängt. Die Säuren, mit Ausnahme der Essigsäure, welche wie die Alkalien auch den Kern (jedoch erst nach und nach) angreift, lösen nach ihm die Blutkörperchen nur bis auf die Kerne auf. Unter den Salzen wirken eben so die kohlensauren Chlorsalze (namentlich Salmiak) und die essigsauren Metallsalze; die übrigen wirken erst nach und nach. Durch die sich entwickelnde Säure lösen auch Phosphor, Chlor, und Jod die Blutkörperchen auf.

Nun bleibt noch die Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs auf die Blutkörperchen zu erwähnen übrig. Müller läugnet zwar jede Wirkung, indessen hat schon Schultz dieselbe erwiesen, und ich stimme ihm in der Hauptsache bei. Nach sehr häufiger Wiederholung dieser Beobachtungen bin ich zu dem Resultate gelangt, daß die runden Blutscheibchen durch Kohlensäure in der Mitte sich trüben, einen etwas breitern Farbestoffring bekommen, dunkler und etwas dicker werden, wenigstens auf einer Seite, und stärker zusammenkleben. Eine gerade entgegengesetzte Wirkung zeigt der Sauerstoff; die vertiefte Stelle des Blutscheibchens wird gleichmäßiger hell, der Farbestoffring schmaler, der Uebergang von diesem zu jenem aber weniger schroff. Eine Differenz in der Größe wage ich nicht zu behaupten. Zu den Versuchen mit elliptischen Blutkörperchen sind die der Frösche weniger geeignet, als die mehr veränderbaren der Vögel. Hier findet man zwischen den mit Sauerstoff und den mit Kohlensäure stark inprägnirten Unterschiede, die mit den so eben bei den runden erwähnten übereinstimmen. Das letztere Gas nämlich macht die Blutkörperchen weniger scharf umschrieben (ob nur durch Trübung des Serums?), schmaler, ein klein wenig dicker und, was am wichtigsten ist, bewirkt, daß die vom Kern herrührende Trübung in der Mitte des Körperchens sich mehr ausdehnt und dabei ihre umschriebene Form verliert. Das ganze Körperchen ist also trüber und dunkler (röther) geworden. Dabei bleibt es leichter an einem andern kleben.— Durch anhaltendes Schütteln mit Wasserstoffgas färbt sich das Blut ebenfalls dunkler, und die Blutkörperchen erscheinen trüber als vorher, aber die Umrisse sind schärfer und die Breite größer als bei den mit Kohlensäure behandelten.

Die spontane Zersetzung der runden Blutkörperchen durch Fäulniß ist

der durch Wasser am ähnlichsten. Sobald das Eiweiß sich zersetzt, löst sich das Blutroth in Serum auf. An den sich verkleinernden Blutkörperchen treten seitliche Körner hervor, die schon Leeuwenhoek genau beschrieben hat. Zuletzt werden die Hüllen und Kerne von Vibrionen verzehrt. An den elliptischen derberen Körperchen, und namentlich an denen der Frösche haben nach Magendie diese Thierchen weniger Wohlgefallen. — In den Leichen erleiden die Blutkörperchen eine solche Veränderung, daß man gar nicht im Stande ist, sie wieder zu erkennen. Sie kleben zusammen und verändern bei jeder Ortsveränderung auch ihre Gestalt; namentlich dehnen sie sich außerordentlich in die Länge aus. Von dem mittlern Eindrucke ist dann keine Spur mehr vorhanden. Es wäre sehr wichtig für die gerichtliche Medicin, wenn es gelänge, die an der Luft eingetrockneten Blutkörperchen durch Zusatz von Flüssigkeit wieder so herzustellen, daß man unterscheiden könnte, ob ein fraglicher Blutfleck von Menschen oder von einem Thiere herrühre. Dies ist aber unmöglich. Ich habe hierüber vielfach, aber vergeblich experimentirt. Nur das Eine läßt sich bestimmen, ob die aufgeweichten Rudimente der Blutkörperchen von runden oder elliptischen herstammen.

Die Blutkörperchen haben also eine complicirte Structur und Zusammensetzung, indem sie nicht bloß aus Eiweiß und Blutroth, sondern auch aus Fett und Faserstoff bestehen. — Wer wie Raspail die Blutkörperchen für weiter nichts als für ein Eiweißpräcipitat hält und den Kern als ein Product der Auflösung erklärt, stellt sie zu tief. Dieser Ansicht steht eine andere entgegen. Nach Turpin ist jedes Blutscheibchen als ein organisirter, mit einem Mittelpunkt der Auffaugung, Assimilation und des Wachsthums versehener und mit einer bestimmten Lebensdauer begabter Körper zu betrachten. Sehr hübsch parallelisirt Hünefeld die Blutkörperchen mit einem Vogelei; der Kern, welcher aus Fett und Eiweiß besteht, ist der Dotter mit seiner Haut; rings umher liegt in Zellen (?) dem Eierweiß ähnlich das Blutroth, eingeschlossen von einer Hülle, welche der Eihaut gleichkommt. — Die meisten Physiologen, namentlich Schwann, stellen das Blutkörperchen der Zelle der thierischen Gewebe gleich; Valentin hält dieselben jedoch nur für Zellenkerne. Mir scheinen sie ihrer Entwickelung nach mehr jenen als diesen vergleichbar (s. unten »Entwickelungsgeschichte der Blutkörperchen«). Von der Ansicht, die Czermack, Treviranus, Mayer und Andere aussprachen, daß das Blutkörperchen eine eigenthümliche Bewegungskraft besitze (nach Eber und Mayer soll es sogar ein Infusorium sein), ist man jetzt fast allgemein zurückgekommen. Emmerson und Reader[1]) nahmen dieselben jedoch noch neuerdings an. Aber erst 5 — 6 Tage, nachdem das Blut aus der Ader gelassen, sollen diese spontanen Bewegungen bei Verdünnung mit destillirtem Wasser beginnen. Entweder haben sie die Infusorien, welche die Blutkörperchen in Bewegung setzen, übersehen, oder die Bewegungen, besonders die Kreisbewegungen, waren Folge der Imbibition des Wassers. Ich habe dieses Phänomen schon früher beobachtet und beschrieben. Neuerdings hat auch noch Barry am 4. Juni der Londoner Akademie mitgetheilt, daß nach dem Tode des Thieres die Blutkörperchen in Bewegung gerathen und schnelle Formveränderungen, die den Zuckungen ähnlich sein sollen, erleiden. Ich weiß nicht recht, was Barry damit meint, wahrscheinlich aber nur ein Phänomen, daß durch Imbibition verursacht worden.

---

[1]) Edinburgh Journal, April 1836.

Außer den Blutkörperchen trifft man im Blute, besonders im geschlagenen Blute noch verschiedene andere mikroskopische Bestandtheile an. Viele Beobachter erwähnen der freien hüllenlosen Kerne im Blute, besonders in dem der Amphibien. Allerdings kommen dergleichen vor, wenn man das Blut geschlagen oder gerieben hat, um den Faserstoff zu isoliren, wobei die an demselben klebenden Hüllen zerreißen und den Kern ausschlüpfen lassen. In dem mit Wasser versetzten Blute übersieht man ferner leicht die noch die Kerne umgebenden fast unsichtbar gewordenen Hüllen und hält irrthümlich jene für ganz frei. Auch in dem Blute mit runden Scheibchen können nach Zersetzung der Hüllen die Kerne frei werden. Was jedoch von vielen Beobachtern für Kerne gehalten wird, sind von diesen ganz verschiedene Dinge. Außerordentlich häufig sind die Lymphkörperchen der kleinern Art, die man regelmäßig im Blute antrifft, für Kerne angesehen worden, nicht allein im Blute der Vögel und Amphibien, sondern auch in dem der Menschen und Säugethiere. Zweitens werden gewöhnlich die in Kügelchen verwandelten Blutscheibchen, von denen sogleich noch näher die Rede sein soll, für freie Kerne gehalten, besonders von denjenigen, welche den ganzen hellen Kreis in den Blutkörperchen den Kern derselben nennen. So erwähnt z. B. Gerber [1] $^1/_{400}'''$ große freie Kerne im Blute der Säugethiere, welche wahrscheinlich dieser Natur sind.

Die Lymphkörperchen gehören zu den wesentlichen Bestandtheilen eines jeden Bluts. Müller [2] hat zuerst auf ihr Vorkommen im Blute der Frösche aufmerksam gemacht. Wagner beschrieb sie genauer und fand ihr numerisches Verhältniß zu den Blutkörperchen wie 1 : 5. Sie kommen im Blute eines jeden Thieres vor. Ich habe sie bei allen Hausthieren, vielen Vögeln, Amphibien und Fischen gemessen und chemisch untersucht. Sie unterscheiden sich so wenig von den farblosen Kügelchen der Lymphe und des Chylus (siehe darüber Artikel »Lymphe«), daß man sie deßhalb für die dem Blute beigemischten Lymph- und Chyluskörperchen halten kann. Ihre Gestalt ist nicht ganz sphärisch, zuweilen mehr länglich oder mehr linsenförmig (Wagner). Sie sind farblos, feinkörnig, glänzend, brechen das Licht stark, lösen sich nicht im Wasser, aber wohl in Ammoniak auf, zerfallen durch Essigsäure in Hülle und Kern. Sie vereinigen sich nicht mit den Blutkörperchen, aber wohl unter sich zu Haufen und bleiben auch am Eiweiß, womit das Blut geschüttelt wird, hängen. Mandl versichert, daß sie in jeder Hinsicht den Eiterkörperchen gleichen. Auch Donné [3] hatte sie schon mit Eiterkörperchen verglichen, aber sie mit den durch Wasser in farblose Kügelchen umgewandelten Blutkörperchen verwechselt und sie deßhalb für bloße farblose Hüllen erklärt. — Der Ansicht einiger neuern Forscher zu Folge sollen diese farblosen Kügelchen des Bluts nicht wirkliche Lymph- und Chyluskörperchen, sondern Producte des Serums sein (Gluge, E. H. Weber, Valentin [4]). Mandl [5] geht sogar so weit, zu behaupten, daß sie sich erst aus dem geschlagenen Blute bilden, wie er sich bei den mikroskopischen Beobachtungen überzeugt haben will. Dies ist aber eine Täuschung. Die Kügelchen kommen unter dem Mikroskop erst nach und nach zum Vor-

[1] Handbuch der allg. Anatomie. Bern, Chur und Leipzig. 1840. S. 35.

[2] Burdach's Physiologie. Bd. IV. S. 108.

[3] Archives générales. Août 1836. p. 459.

[4] Repertorium 1839. p. 362.

[5] L'Expérience. Ianv. 1839.

schein, weil sie vorher durch die Blutkörperchen verdeckt worden, von denen sie sich aber trennen, sobald diese sich zu Säulen oder Haufen vereinigen. Eben so sammeln sie sich allmälig an der Oberfläche des geschlagenen Bluts mit der Zeit in immer größerer Menge an. Ihr Fettgehalt bedingt ihre größere specifische Leichtigkeit. Mandl's zweiter Beweisgrund ist ebenfalls nicht triftig. Wenn er das Blut von Fröschen durch Papier filtrirte, so fand er im Filtrat farblose Kügelchen, aber keine Blutkörperchen. Eiterkügelchen gehen aber nicht durch das Filtrum, folglich sind jene erst im Blute entstanden. Hiergegen ist zu erwidern, daß entweder das filtrirte Plasma des Frosches gar nichts Körperliches enthält, oder Kerne der Blutkörperchen, die Mandl mit den Lymphkörperchen verwechselt hat. — Von der Anwesenheit der Lymphkörperchen im kreisenden Blute überzeugt uns bekanntlich die mikroskopische Beobachtung bei Fröschen. Wären sie ein bloßes Präcipitat des Faserstoffs, welches ohne Einwirkung des lebenden Körpers erfolgt, gerade so wie die später noch zu beschreibenden Faserstoffscheibchen, so könnten sie nicht bei jedem Thiere von einer andern Größe sein, und zwar von einer Größe, die, wie Wagner für die ihnen gleich kommenden Lymphkörperchen zuerst nachgewiesen hat, mit der der Blutkörperchen ganz gleichen Schritt hält. Die Faserstoffscheibchen sind dagegen bei allen Thieren von gleicher Größe. — Mit der Annahme, daß diese Kügelchen aus der Lymphe und dem Chylus herstammen, verträgt sich übrigens recht gut auch die, daß sie zum Theil noch im Blute in den Capillargefäßen sich bilden. Letzteres kann eben so wenig widerlegt als bewiesen werden. Unwahrscheinlich ist aber die andere Behauptung, daß sie durch Ablösung von Partikelchen der Organe entspringen. Das leichte Stocken dieser farblosen Kügelchen in den engen Haargefäßen hat hier vermuthlich eine Täuschung verursacht. — Bei gut genährten Thieren findet man sie in der Regel in einer größern Zahl: nach dem Hungern nehmen sie ab; ich muß jedoch auch hinzufügen, daß ich bei Fieberkranken, die mehre Tage schon gefastet hatten, sie meist in großen Haufen angetroffen habe. Hier waren sie aber weder in der Größe, noch in der Farbe recht vollkommen ausgebildet. Entweder wurden sie also in diesen Fällen im Blute gebildet, oder hatten sich seit mehren Tagen in demselben angehäuft, weil die fernere Ausbildung zu Blutkörperchen durch die Krankheit gehemmt war.

Veränderte Blutkörperchen sind in dem geschlagenen Blute meist anzutreffen; ob sie als solche im Körper circuliren, wissen wir nicht. Ich habe über das Vorkommen der körnigen, gekerbten Blutkörperchen, der glatten, dunkeln Blutkügelchen, der abnormen kleinen und der blassen Blutscheibchen an einem andern Orte ausführlicher gehandelt. Zur Untersuchung dieser verschiedenen Formen empfehle ich besonders das Blut schwangerer Frauen oder trächtiger Hündinnen. Die kleinen glatten Kügelchen sind fast von allen Beobachtern bald für freie Kerne, bald für Lymphkörperchen, bald für Fettkügelchen, also immer für etwas Anderes angesehen worden, als sie wirklich sind, nämlich durch die Einwirkung des Salzes und Wassers erst gekerbte, zusammengeschrumpfte und zuletzt ganz glatt abgerundete Blutkörperchen.

Die Faserstoffschollen gehören erst dem Blute nach dem Gerinnen an. — Eiweiß- und Fettpartikelchen von ungefähr $1/_{800}$ — $1/_{1000}'''$ könnten schon, so wie sie beobachtet werden, dem frischen Blute eher beigemischt sein. Wahrscheinlich sind dies zum Theil Reste der zerfallenen Blutkörperchen. Nach Valentin sollen sie erst bei der Gerinnung, und

zwar aus dem Faserstoff entstehen, weil sie nach Zusatz von kohlensaurem Kali zum frischen Blute fehlen. — Krystalle entstehen erst beim Eintrocknen des Bluts und sind auch hier nicht immer vorhanden. — Entozoen (anguillulae intestinales nach Valentin) hat man nur bei Amphibien im Blute gefunden. Bei einem Frosche, dessen Blut eine bräunliche Farbe hatte, fand ich sie neulich in einer ungeheuren Menge; sie maßen ungefähr $1/200'''$ in der Länge und $1/1600'''$ in der Dicke. Eine neue Art von Infusorien im Blute von Salmo fario hat so eben Valentin [1]) abgebildet. — Mayer [2]) will auch freie, sich selbst bewegende, aus Faserstoff bestehende, $1/2000'''$ breite, $1/500'''$ — $1'''$ lange hellweiße, klare, grade, glatte oder granulirte Primitivfasern im Blute gefunden haben, sowohl bei wirbellosen Thieren, wie auch bei Vögeln, Säugethieren und Menschen (in Diabetus mellitus) die er als schon im Körper gebildet annimmt.

Blutflüssigkeit.

Die Blutkörperchen sind in einer Flüssigkeit suspendirt, welche in der neuesten Zeit Blutflüssigkeit, liquor sanguinis, plasma (nach Schultz) genannt wird und früher gewöhnlich plastische Lymphe hieß. Daß sie als solche schon im lebenden Körper existirt und nicht, wie Döllinger früher meinte, erst aus den Blutkörperchen ausschwitzt, ist als gewiß anzunehmen, obgleich es nicht möglich ist, die Flüssigkeit selbst in den Haargefäßen zu sehen, und man nur auf ihre Anwesenheit aus einigen mikroskopischen Phänomenen schließen kann. Man erhält sie da von selbst von den Blutkörperchen geschieden, wo diese sich schneller senken, als das Blut gerinnt. Dies ist bei Menschen in manchen Krankheiten der Fall, am häufigsten bei den Pferden, wo die Flüssigkeit sich zuweilen fast ganz vollständig von den Blutkörperchen abscheidet. Ich habe dergleichen in Glascylindern aufgefangenes Blut untersucht, wo der rothe Bestandtheil nicht mehr als $1/7$ der ganzen Höhe der Blutsäule betrug. Künstlich kann man sich diese Flüssigkeit dadurch verschaffen, daß man das Blut in eine Kälte von 2° R. bringt (Hewson), oder daß man die Luft von demselben abhält, indem man dasselbe in nicht zu dünnen frischen Darmstücken auffängt, diese aufhängt, den Cruor sich senken läßt und dann nachher an der Uebergangsstelle von diesem zum Plasma das Darmstück abschnürt (Schultz); ebenso auch, indem man das Blut unter Oel auffängt (Babbington). Durch Salzzusatz, besonders von Kali carbonicum, zum frischen Blute kann man sich das Plasma auch verschaffen. Bei Fröschen hat J. Müller dadurch die Blutkörperchen von der Flüssigkeit getrennt, daß er nach Zusatz von Zuckerwasser zum frischen Blute dasselbe filtrirte, wo dann die Körperchen auf dem Filtrum zurückblieben. Mit Fischblut gelingt dies Experiment nach Wagner nicht. — Die reine unvermischte Blutflüssigkeit ist farblos, etwas trübe (aber wohl erst durch die Luft geworden) und klebrig. Zwischen den Fingern kann man sie zu langen Faden wie Seide ziehen. Ihr specifisches Gewicht ist unbeträchtlich schwerer, als das des nach dem Gerinnen des Bluts ausgeschiedenen Serums. Bei Menschen fand ich dasselbe das eine Mal 1029 und das andere Mal 1031, bei einem Pferde 1025. So lange das Plasma noch flüssig ist, läßt es sich gut mit Wasser mischen. Unter dem Mikroskop fand ich es wolkig getrübt (vielleicht schon durch anfangende Gerinnung) und in ihm

---

[1]) Müller's Archiv. 1841. S. 435.

[2]) Froriep's Notizen. 1841. April. S. 42.

viele Lymphkörperchen von verschiedener Größe nebst einzelnen besonders blassen Blutkörperchen. Während der Tropfen gerinnt, wird er immer trüber, und es werden feine Körnchen (Fettpartikelchen) sichtbar. Nach Schultz soll das ganze Plasma aus kleinen Kügelchen bestehen, die sich in einer ununterbrochenen oscillatorischen Bewegung befinden. Nach ihm haben nämlich die im vollen Sonnenlichte flimmernden Bewegungen eine reale Bedeutung. Während er diese Kügelchen schon im kreisenden Blute annimmt, spricht er übrigens gleich darauf [1]) doch von ihrer Bildung bei der Gerinnung, so daß ich seine Meinung nicht vollständig begriffen zu haben gestehen muß. Vielleicht sind die von ihm beschriebenen Kügelchen der erstern Art auch nur kleine Fettpartikelchen des Bluts. Außerdem kann die Veränderung des Aggregatzustandes verschiedener Moleküle, wodurch die Gerinnung des Plasma entsteht, im Sonnenlicht betrachtet, das Phänomen der Oscillation hervorbringen.

Blutdunst.

Außer Blutkörperchen und Blutflüssigkeit giebt es noch einen andern Bestandtheil des kreisenden Blutes, der aber bald, nachdem dasselbe aus der Ader gelassen, verloren geht. Es ist der Blutdunst (halitus oder aura sanguinis). Er besteht nicht, wie man früher vermuthete, aus Gas, sondern bloß aus Wasserdunst, mit einem Riechstoff, wahrscheinlich einer flüchtigen fetten Säure. Auch soll nach Hünefeld, der keine Kohlensäure fand, als er den Dunst in einer kalten Vorlage aufgefangen, etwas thierische Materie, wahrscheinlich Eiweiß, sich mit losreißen, daher das Wasser sehr bald in Fäulniß überging. — Diese aura sanguinis, welche von früheren Aerzten für das eigentliche Specifische des Bluts, für den Träger der Vitalität gehalten wurde, verdiente wohl noch eine wiederholte chemische Prüfung.

2. Gerinnung des Bluts.

Das aus der Ader gelassene flüssige Blut verwandelt sich nach einigen Minuten in eine feste Masse; es gerinnt, coagulirt; darauf schwitzt nach und nach der flüssige Theil des Bluts aus der Oberfläche des Gerinnsels hervor, und es trennt sich auf diese Weise das Blut in den Blutkuchen und das Blutwasser. — Die Zeit, zu welcher in dem Blute des Menschen diese Veränderung erfolgt, wird von den Beobachtern höchst verschieden angegeben; der eine (z. B. Hewson) setzt 3 — 4 Minuten, der andere (z. B. Gendrin) 10 Minuten als den normalen Zeitpunkt an. Kein Beobachter stimmt vollkommen mit dem andern überein. Hieran ist nicht allein die mögliche Verschiedenheit in der Gerinnungszeit des Bluts verschiedener Menschen und die Abhängigkeit der Zeit von äußeren Verhältnissen Schuld, sondern eben so gut auch die Verschiedenheit in der Untersuchungsweise der Beobachter und endlich der schwankende Begriff der Gerinnung selbst. Man kann nämlich bei derselben sehr verschiedene Momente oder Grade unterscheiden, und bald scheint man den einen, bald den andern bei der Zeitbestimmung ins Auge gefaßt zu haben. Diese fünf Momente sind: 1) Bildung eines Häutchens an der Oberfläche, das von dem Rande strahlenförmig nach der Mitte hin sich verbreitet; 2) Bildung einer Haut, die an den

[1]) A. a. O. S. 74.

Wandungen des Gefäßes anliegt und das flüssige Blut wie ein Schlauch einschließt, und die man bei vorsichtiger Bewegung von der Gefäßwandung mit einer Nadel abziehen kann; 3) Umwandlung des Bluts zu einer Gallerte; 4) Gerinnung zu einem festen Kuchen, den man, ohne ihn zu zerreißen, im Gefäße umher bewegen kann, und zugleich Anfang der Ausschwitzung des Serums; 5) Vollendung dieser Trennung, zu welcher 10 — 48 Stunden Zeit gehören. — Ich habe bei 20 ziemlich gesunden, höchstens an Plethora oder Congestionen leidenden, oder prophylaktisch zur Ader lassenden Menschen, und zwar bei eben so viel Männern als Frauen, die Gerinnung des Bluts beobachtet. Die nachfolgende Tabelle giebt für die 4 ersten Momente die frühesten und spätesten Zeiten, so wie das Mittel für die beiden Geschlechter an:

	Am frühesten:	Am spätesten:	bei Männern:	bei Frauen:
1)	$1^{3}/_{4}$ Min.	5 (höchstens 6) Min.	3 Min. 45 Sec.	2 Min. 50 Sec.
2)	2 »	6 (» 7) »	5 » 52 »	5 » 12 »
3)	4 »	10 (» 12) »	9 » 5 »	7 » 40 »
4)	7 »	13 (» 16) »	11 » 45 »	9 » 5 »

Man sieht hieraus, wie in dem reizbaren Körper der Frauen, bei denen die Reactionen überall früher als bei Männern erfolgen, aber weniger nachhaltig sind, auch das Blut eine damit übereinstimmende Verschiedenheit von dem der Männer zeigt, nämlich fast zwei Minuten früher zu gerinnen anfängt, und wenigstens $2^{1}/_{2}$ Minute eher einen festen Kuchen bildet. In der Regel zieht sich der rasch gebildete Blutkuchen weniger kräftig zusammen als der langsam festgewordene (siehe unten »Beschaffenheit des Blutkuchens«); und auch dieser Unterschied läßt sich zwischen dem Blute der beiden Geschlechter erkennen, so daß also, wenn wir die Gerinnung des Bluts mit einer Reaction parallelisiren wollen, wir auch sagen können, daß das Blut der Weiber eine größere Reizbarkeit, aber weniger Energie bei der Gerinnung zeige. — Im Embryo gerinnt das Blut unvollständig, bei jungen Thieren nicht immer rascher als bei älteren, obgleich gewöhnlich eine rasche Gerinnung vom Blute den nicht erwachsenen Menschen zugeschrieben wird. Bei alten Leuten sah ich keine besondere Abweichung von dem Normal des mittlern Lebensalters. Ob ein Unterschied nach dem Temperamente existirt, weiß ich nicht aus eigener Erfahrung anzugeben. Gewöhnlich wird von den Pflegmatischen behauptet, daß ihr Blut langsam gerinne. Ich läugne nicht, daß die Constitution, das Temperament, die im Habitus ausgesprochene Krankheitsanlage den Zeitpunkt der Gerinnung modificire; ich bin sogar davon überzeugt; allein es hält schwer, dieses durch den Versuch darzuthun; nur wenn man mit möglichster Gleichstellung der äußeren Verhältnisse bei übrigens Gesunden und auf einer so breiten Basis, als ich es bei den Geschlechtern gethan, die Beobachtung anstellt, läßt sich nachweisen, ob das, was die Schriftsteller hierüber mittheilen, auf einer Wahrheit beruht.

Die Bestimmung der Gerinnungszeit des Bluts bei den Thieren bietet viele Schwierigkeiten dar, da es unmöglich ist, dieselbe bei ganz gleichen Verhältnissen zu beobachten. Zu diesem Zweck müßte man vor Allem von jedem Thiere eine absolut gleich große, gleich rasch ausgeflossene und im Verhältniß zu der im Körper übrig bleibenden gleich beträchtliche Blutmenge erhalten können; dies ist natürlich unmöglich. Das Pferd giebt in einer Secunde mehr Blut, als man aus vielen Kaninchen erst in einer Minute erhält; ob ein paar Unzen Blut mehr oder weniger in dem Körper circuli-

ren, ist bei einem Pferde ganz gleichgültig; bei einem Kaninchen bewirkt der Verlust von noch viel weniger als einer Unze schon den Tod. Wo der Blutverlust auf die Stimmung der Lebenskraft wirkt, verändert sich auch die Gerinnungszeit. Schon innerhalb der Grenzen eines mäßigen Aderlasses ist dies oft bei den Menschen sichtbar. Wahrscheinlich hängt dies von der Veränderung des Kreislaufes ab. Wo nun viel Blut verloren geht, da gerinnt das Blut, je näher dem Tode, desto früher. — Man sieht daher leicht ein, wie wenig sicher eine Tabelle der Gerinnungszeiten des Bluts verschiedener Thiere, wie Thackrah [1]) uns eine solche liefert, die eigentliche Gerinnbarkeit des Bluts bestimmt. Diese lautet: Pferd 5—10 Min., Ochs 2—10 M., Schaf ½ — 1½ M., Kaninchen ½ — 1 M., Hund 1 — 3 M., Gans und Ente 1 — 2 M., Singvögel ⅓ — 1 M., Fische 1 — 3 M., Frösche 2 — 4 M. Damit stimmen jedoch die zerstreuten Angaben anderer Beobachter nicht ganz überein. Ich habe nur bei den Haussäugethieren, hier aber zu wiederholten Malen, bei einigen Vögeln, auch den Fröschen die Beobachtungen angestellt, welche folgende Reihe der Gerinnbarkeit liefern: Kaninchen, Schaf, Schwein, Ochs, Hund, Ziege (?), Pferd. Der Mensch folgt unmittelbar vor dem Pferde. Bei den Vögeln ist die Reihe: Taube, Huhn, Gans. Das Blut des Frosches gerinnt erst nach fast 10 Minuten. Ich werde nächstens an einem andern Orte diesen Gegenstand ausführlicher behandeln.

Es ist merkwürdig, daß derselbe Vorgang zu sehr verschiedener Zeit stattfinden kann: im gesunden Blute, wie wir gehört haben, meist innerhalb der ersten 10 Minuten, im kranken Blute aber oft viel später, selbst erst nach 4 Stunden, und am spätesten in hydropischen Flüssigkeiten. Eben so ist die Dauer dieses Vorganges verschieden. — Mit der Frage, wovon diese Verschiedenheit in der Gerinnungszeit abhänge, hat man sich vielfach beschäftigt. Scudamore und nach ihm Schröder van der Kolk behaupten, daß die Zeit der Gerinnung eines Bluts durch das specifische Gewicht desselben, also durch den Wassergehalt bestimmt werde. — Allerdings habe auch ich gefunden, daß sehr dünnes leichtes Blut von Menschen in der Regel rasch gerinnt, und es läßt sich somit die schnelle Gerinnung des Blutes sowohl bei den Weibern als bei den Kaninchen und Schafen auf diese Weise erklären; allein was das schwere Blut des Menschen von 1058 bis 1060 und darüber anbelangt, so sah ich häufig bei demselben eine rasche Gerinnung, wenn gleich gewöhnlich dasselbe sich durch eine späte Gerinnung auszeichnete. Man könnte vielleicht nicht ohne Grund sagen, daß hier krankhafte Verhältnisse im Spiel gewesen seien; aber auch die Reihe der Haussäugethiere stimmt nicht mit jenem Gesetze vollkommen überein. Das Blut der Schweine ist viel schwerer als das der Hunde, Ochsen, Ziegen und Pferde, und gerinnt doch früher. Besonders auffallend ist bei letzteren Thieren, selbst wenn deren Blut äußerst dünn (von 1040 spec. Gew.) ist, die späte Gerinnung. Auch J. Davy [2]) erklärt sich gegen die Behauptung von Scudamore. Er fand einmal ein Blut von 1038 (spec. Gewicht), welches sehr langsam gerann. — Bei kranken Thieren (Kaninchen) habe ich ein gleiches Zusammentreffen beobachtet. Schröder van der Kolk will das Verhältniß des specifischen Gewichts oder Wassergehalts des Bluts

---

[1]) An inquiry into the nature and properties of the blood. London 1819. p. 97. New and enlarged edition by Th. G. Wright. 1834.

[2]) A. a. O. S. 42.

zu der Gerinnungszeit auf den Faserstoffgehalt des Bluts zurückführen. Auch Sigwart hatte behauptet, je weniger Faserstoff das Blut enthalte, desto schneller gerinne es. Allerdings stimmt die Vergleichung des Arterien- und Venenbluts hiermit überein, allein viele andere Thatsachen stehen entgegen. Ich habe in 24 entzündlichen Krankheitsfällen den Faserstoffgehalt mit der Gerinnungszeit verglichen. Auf jede der nachfolgenden vier Rubriken kommen 6 Fälle, deren Mittel lautet:

Faserstoffgehalt	Gerinnungszeit
1,7 (1,0 — 2,0)	13 Min. 6 Sec.
2,4 (2,0 — 3,0)	14 » — »
3,5 (3,0 — 4,0)	11 » 8 »
5,1 (4,0 — 6,0)	13 » — »

Die spätesten Gerinnungszeiten (von 20 Min.) kommen bei dem Faserstoffgehalt von 2,0 — 3,0, die frühesten (von 5 Min.) bei dem von 3,0 — 4,0 vor. — Aus verschiedenen einzelnen Beobachtungen über diesen Zusammenhang bei einem und demselben Individuum hebe ich nur eine einzige von einem Hunde hervor. Demselben hatte ich das Rückenmark zerstört. Nach einigen Tagen gab das sogleich und schnell gerinnende Blut 5,5 Faserstoff. Am 10ten Tage, kurz vor dem Tode, das sehr spät und sehr langsam gerinnende nur 4,7. — Vergleicht man den Faserstoffgehalt mit der Gerinnungszeit bei den Säugethieren, so fehlt ebenfalls die Uebereinstimmung. Der in nachfolgender Tabelle angegebene Faserstoffgehalt ist das Mittel mehrfacher Berechnung.

Faserstoffgehalt:		Gerinnungszeit:
Kaninchen . .	5,0	1 Min.
Ochs . . .	4,0	5 — 6½ Min.
Schaf . . .	3,8	1½ — 2 »
Schwein . . .	3,6	3 »
Pferd . . .	2,8	7 — 13 »
Hund . . .	1,7	5 — 7 »

Zwar werden wir in der Folge bei der chemischen Analyse des Bluts hören, wie mißlich ein Schluß aus der Menge des nach irgend einer der jetzt bekannten Methoden erhaltenen Faserstoffs auf den wirklichen Gehalt desselben im Blute ist; aber die bei den Menschen und bei den Thieren angeführten Unterschiede sind so beträchtlich, daß wir wohl wagen dürfen, dieselbe als wesentlich anzusehen und die Behauptung der genannten Physiologen als unwahrscheinlich zu erklären. Dabei muß ich aber doch zugeben, daß, wenn gleich eine Vermehrung des Faserstoffs nicht immer mit einer langsamen Gerinnung des Bluts verbunden ist, doch fast überall, wo diese in Krankheiten vorkommt, auch die Menge des Faserstoffs sich meist vermehrt zeigt. Die hydropischen Flüssigkeiten dagegen, in denen die Menge des Faserstoffs äußerst gering ist, und die Gerinnung oft erst sehr spät erfolgt, zeigen ein dem Blute ganz verschiedenes Verhalten.

Viel inniger, als, der obigen Behauptung Scudamore's gemäß, die Gerinnungszeit von dem Wassergehalt des Bluts abhängt, ist sie an den Wassergehalt, an das specifische Gewicht des Blutwassers geknüpft. Ich hatte beobachtet, daß zwar eine Verdünnung des frischen Bluts mit einer großen Menge Wasser die Gerinnung verspätet, aber die mit einer mäßigen, mit einem vierten Theil bis zur doppelten Menge Wasser, dieselbe beschleunigt. Dies brachte mich zunächst auf den Gedanken, den mitlern Wassergehalt des Blutwassers mit der mittlern Gerinnungszeit zu verglei-

chen. Folgende Tabelle aus 60 Fällen zeigt, daß im Ganzen eine Uebereinstimmung zwischen beiden Verhältnissen existirt.

Gerinnungszeit:	Specifisches Gewicht des Serums:
7 — 10 Min.	1026,6 (das höchste nie über 1029)
10 — 13 »	1028,2 (darunter mehre bis 1030)
13 — 20 »	1028,4.

Es giebt noch einige Verhältnisse im Blute, deren Beziehung zur Gerinnungszeit einer Prüfung werth ist; da sie aber, wie der Fettgehalt des Bluts zugleich als Ursache der Gerinnung in Frage kommen, so will ich erst später ihrer erwähnen. Ueberhaupt wird es schwerlich gelingen, über diese so eben berührte Frage ins Reine zu kommen, ehe man nicht die nächste Ursache der Gerinnung überhaupt kennt. Aber wie weit wir noch davon entfernt sind, wird sich bald hinreichend ergeben. Zunächst müssen wir uns das Wesen, d. h. den innern Vorgang der Gerinnung klar machen. Derselbe besteht lediglich in der Festwerdung des im Plasma aufgelös't en Faserstoffs; von demselben werden die Blutkörperchen nebst dem Blutwasser wie in einem Netze eingeschlossen. Letzteres schwitzt durch die Maschen hindurch, und nur die Blutkörperchen, die an der Gerinnung keinen Antheil nehmen, bleiben mit dem Faserstoff als Blutkuchen in Verbindung. Früher folgte man (z. B. Prévost und Dumas, M. Edwards u. A.) bei Bezeichnung des Wesens der Gerinnung der falschen Angabe von Home und Bauer, welcher zufolge das, was sie Kern der Blutkörperchen nannten, bei der Gerinnung aus diesen heraustreten und den Faserstoff bilden sollte. Bei den Franzosen ist diese Ansicht noch heutigen Tages allgemein verbreitet. Allein es mußte den neuen Beobachtern auffallen, daß bei der mikroskopischen Untersuchung der Blutkörperchen kein Unterschied derselben vor und nach der Gerinnung sich zeigte; auch fing man bald an einzusehen, daß der Faserstoff im Blutwasser aufgelös't sei. Dies that unter Anderen Burdach dar, und Montdesert [1]) wies mit Recht auf die Betrachtung derjenigen Flüssigkeit hin, aus der die Faserhaut in manchen krankhaften Zuständen, namentlich in der Entzündung, sich bildet. Bei der Gerinnung der Lymphe, des faserstoffhaltigen Urins, so wie des mit Serum, Zucker- oder Salzwasser verdünnten frischen Bluts und des nur wenig Körner enthaltenen Bluts der Krebse und anderer niederer Thiere konnte man sich durch das Mikroskop von dem Zustande des Faserstoffs überzeugen; allen Zweifel hob endlich Müller durch einen handgreiflichen Beweis, durch den bekannten höchst lehrreichen Versuch, das durch Zuckerwasser verdünnte Froschblut vor der Gerinnung zu filtriren. Somit darf man nicht mehr die Gerinnung als eine Trennung des Bluts in seine Bestandtheile, als eine Vereinigung der Blutkörperchen definiren, sondern als eine Gerinnung und darauf folgende Zusammenziehung des Faserstoffs. Das Verhalten der Blutkörperchen bei der Gerinnung anlangend, so ist es zwar wahr, daß sich dieselben bei der Gerinnung zu Haufen und Rollen gruppiren [2]); allein diese Vereinigung hat mit der Gerinnung nichts zu schaffen. Sie findet sowohl innerhalb der Gefäße des lebenden Körpers bei Blutstockung, als auch in dem geschlagenen Blute Statt. Die kreisförmige Bewegung der Blutkörperchen, welche Heidmann, Treviranus und Hodgkins bei der Gerinnung beobachtet,

[1]) Recherches sur le sérum du sang. Thèse. Paris 1830.

[2]) S. meinen Aufsatz über die Gerinnung im ersten Bande der Untersuchungen, Heft 1.

hat die Physiologen früher vielfach interessirt; jetzt hält man dieselbe mit Recht für die Folge der Verdunstung. Die plötzlichen zuckenden Zusammenziehungen des ganzen Blutkuchens, welche die beiden zuerst genannten Beobachter beschreiben, entsteht dann, wenn der sich allmälig zusammenziehende Faserstoff von einer Stelle der Wand des Gefäßes sich losreißt, oder das von ihm eingeschlossene und zusammengedrückte Serum plötzlich irgendwo einen Theil des dünnen Faserstoffgewebes durchbricht. Die von Tourdes und Circaad angegebene Zusammenziehung des Faserstoffs durch Galvanismus hat kein anderer Beobachter bestätigt gefunden.

Das Wesen der Gerinnung zu erkennen, fehlt es also nicht an Mitteln; besonders belehrend schien mir zur Zeit, als ich mich mit dieser Untersuchung zuerst beschäftigte, die Betrachtung des Plasma zu sein. Ich schöpfte sowohl vom Blute der Menschen als von dem der Pferde die Flüssigkeit ab, welche sich vor dem Gerinnen an der Oberfläche ansammelte, und untersuchte dieselbe mikroskopisch und chemisch. Ich fand, daß die Gerinnung in der abgeschöpften Flüssigkeit etwas später erfolgte, als in der mit den Blutkörperchen in Verbindung gebliebenen Portion. Die äußeren Einflüsse veränderten die Gerinnung dieser Flüssigkeit gerade so, als es nachher vom ganzen Blut angegeben werden wird. Durch höhere Temperatur als 36° R. trat dieselbe früher ein; durch Zusatz von Glaubersalz ward sie aufgehalten. Es bildete das durch Wasser verdünnte Plasma eine farblose Gallerte, gerade so wie der faserstoffhaltige Urin eines von mir zu derselben Zeit behandelten Patienten. Der ohne Zusatz geronnene Faserstoff zog sich zu einem farblosen Coagulum zusammen, das sich immer mehr zerkleinerte und das Serum auspreßte. Bei den Menschen verhielt sich das Gewicht des Gerinnsels zu dem des Blutwassers wie 1,35 — 2,0 : 10, bei dem Pferde aber wie 9,5 : 10. Ganz weiß ließ sich das Coagulum nicht auswaschen, weil es durch das Blutroth einiger im Plasma suspendirt gebliebenen, in Haufen vereinigten Blutkörperchen gefärbt wurde; chemisch und mikroskopisch verhielt es sich wie der durch Schlagen des Bluts gewonnene und ausgewaschene Faserstoff. — Von den chemischen Eigenschaften des Faserstoffs wird weiter unten die Rede sein; was die mikroskopischen aber anbelangt, so ist es passend, schon hier von denselben zu reden, nachdem schon oben mehrmals dieser Gegenstand berührt worden. Im frischen Blute ist der Faserstoff, soviel wir wissen, in vollständiger Lösung, wenigstens ist es nicht erwiesen, daß die ihm zugeschriebenen sichtbaren Moleküle ihm angehören. Bei der Gerinnung trübt er sich, wie die Beobachtung des Plasma zeigt, und wird zu einer homogenen Masse, in dem einzelnen Tropfen zu einem feinen trüben Häutchen. Falsch ist es, zu sagen, daß sich sogleich Fasern bilden, wie dies die Franzosen, z. B. Magendie, und einige Deutsche angeben; die nicht mikroskopischen Fasern, aus denen er nach der Reinigung von den Blutkörperchen besteht, und durch welche er seinen Namen erhalten hat, sind zum Theil durch das Austreten des Blutwassers, zum Theil aber erst durch das Auswaschen entstanden. Am besten untersucht man, um sich von dem Bau des Faserstoffs zu überzeugen, das Gerinnsel des vom Blute abgeschöpften, oder mit Zuckerwasser durch Papier filtrirten Plasma. In allen Fällen, auch selbst nach mehrmaligem Auswaschen, ist es nicht frei von Lymphkörperchen und Resten von Blutkörperchen. Außerdem haftet an ihm eine ziemlich große Portion von Fett nebst Kalkmolekülen. Wahrscheinlich sind es diese fremdartigen Bestandtheile, welche ihm unter dem Mikroskope ein fein granulirtes Ansehen geben. Manche

Physiologen glauben, daß er in feinen Körnern gerinne; auch Valentin nimmt dies von dem schnell gerinnenden Theil des Faserstoffs an. Andere halten das fein höckerige Aussehen nur für eine Runzelung der Oberfläche. Ich betrachte die eingeschlossenen Körnchen zwar größtentheils als Fett, weil sie fast gänzlich durch Schütteln mit Aether verschwinden, bin aber auch der Ueberzeugung, daß unter gewissen Umständen der Faserstoff in feinen Körnchen (von ungefähr $^1/_{1000}$''') gerinnen könne. Außer diesen beiden Gerinnungsweisen giebt es noch eine dritte, die ich vor Kurzem in Müller's Archiv [1]) beschrieben habe. In jedem Blute, sowohl im geschlagenen als in dem zu einem Kuchen geronnenen, bei Säugethieren und Vögeln, bei warm- und kaltblütigen Thieren findet sich eine Unzahl von platten Faserstoffscheibchen, im Durchschnitt von ungefähr $^1/_{70}$''' Länge und $^1/_{100}$''' Breite: selbst der durch Rühren erhaltene Faserstoff zerfällt in solche Schollen durch Essigsäure, und das mit Aether und Alkohol ausgekochte, reine, fein gepulverte Fibrin läßt bei Anwendung derselben Säure seine Zusammensetzung aus Schollen erkennen. Ich behaupte zwar nicht, daß aller Faserstoff, auch der zu einer homogenen festen Masse geronnene, aus aneinanderhängenden Schollen bestehe, aber das scheint mir erwiesen zu sein, daß die vollendetste Gerinnungsform des Faserstoffs die in Schollen ist. (Ich werde weiter unten nochmals Gelegenheit haben, auf diesen Gegenstand zurückzukommen.)

Seit Hippokrates' Zeiten hat man sich bemüht, die Ursache, warum das Blut außerhalb des lebendigen Körpers gerinnt, aufzufinden. Bald suchte man dieselbe in der Abkühlung des Bluts (Hippokrates, Galen, Hoffmann), bald in der eintretenden Ruhe (Pechlin, Vieußens, Boerhave, Haller), bald in der Einwirkung der atmosphärischen Luft (Helvetius, Hewson, Moscati) und namentlich des Sauerstoffs, (Fourcroy, Autenrieth). Und als man nun sah, daß dies Alles nicht genügend war, so nahm man bald einen Verlust der Anziehungskraft der einzelnen Theilchen des Bluts, bald einen Mangel des Nerveneinflusses an, oder begnügte sich auch damit, wie J. Hunter, die Gerinnung des Bluts als einen vom Leben bedingten Bildungsact, ähnlich der Vereinigung der Wunde durch prima intentio, anzusehen, oder dieselbe mit der Todesstarre zu vergleichen. Neuerdings, wo die organische Chemie so manchen vorher dunklen Vorgang aufhellt, ist man von vielen Seiten auf chemische Theorieen gerathen. Bis jetzt sind diese aber, wie wir hören werden, nur sehr unglückliche gewesen, so daß man sogar endlich daran verzweifelt, jemals den Schlüssel zu diesen Räthseln zu finden. Wenn Dumas in der neuesten Zeit behauptet, die Gerinnung sei eigentlich gar keine Gerinnung, sondern bloß eine Aneinanderlegung schon im kreisenden Blute fester Theile, und ihm Andere, wie Denis, beipflichten, so ist dies weiter nichts als ein Versuch, die Lösung der Frage, die wir von den Chemikern erwarten, zu umgehen. Wir wissen sehr gut, daß dies nur eine Täuschung ist, und wir sind überzeugt, daß der Faserstoff aus einem flüssigen Zustande in einen festen übergeht. — Experimente über den Einfluß von Substanzen oder überhaupt von äußeren Verhältnissen auf die Gerinnung sind in einer erstaunend großen Menge von Hewson [2]), Hunter [3]), Thackrah [4]),

---

[1]) Jahrgang 1841. Heft 5.
[2]) Disq. exp. p. 21 u. ff.
[3]) Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schußwunden. A. d. E. von Hebenstreit. Leipzig 1797. B. I. S. 91. u. ff.
[4]) A. a. O.

Schröder van der Kolk [1]), Scudamore [2]), Prater [3]), mir [4]), Magendie [5]) und Hamburger [6]) angestellt. Ich will zunächst die wichtigsten von ihnen in ihrer Beziehung zu den älteren Theorieen aufzählen, indem der Reihe nach betrachtet werden sollen 1) die Wirkung der Wärme und Kälte, 2) der Ruhe, 3) der Elektricität, 4) der atmosphärischen Luft und insbesondere des Sauerstoffs, so wie anderer Luftarten, und 5) anderer fremdartigen Beimischungen zum Blute.

Gegen die alte Ansicht, daß die Abkühlung des Bluts die Gerinnung herbeiführe, erhob sich Hewson zuerst. Er machte darauf aufmerksam, daß ein in einer Vene eingeschlossenes frisches Blut gefrieren und doch die Fähigkeit behalten kann, nach dem Aufthauen noch zu gerinnen. Hunter wiederholte diesen Versuch mit frisch gelassenem Blute und sah denselben Erfolg. Magendie dagegen läugnet die Richtigkeit dieser Angabe, aber mit Unrecht. Ich habe Menschenblut schnell einfrieren lassen und dann die Gerinnung nach dem Aufthauen erfolgen gesehen. Freilich muß das Experiment so geschehen, daß das Blut nicht vorher gerinnt, ehe es gefriert. Daher paßt auch das schnell gerinnende Thierblut, mit Ausnahme des Pferdebluts, nicht dazu. — Dann bewies Hewson, daß die Erhöhung der Temperatur über die Blutwärme die Gerinnung, statt aufzuhalten, wie dies der alten Theorie gemäß der Fall sein müßte, beschleunigt. Und Hunter zeigte ferner, daß dagegen die niederen Wärmegrade (53° F.) die Gerinnung verlangsamen. Von anderen Beobachtern, namentlich von J. Davy und Scudamore, sind diese Versuche mit gleichem Erfolge wiederholt worden. Ich habe ebenfalls über diesen Gegenstand zahlreiche Beobachtungen angestellt, in denen überall das zum Versuch benutzte Blut mit einer zweiten, in einem gleichen Gefäße der Luft von 14 — 15° ausgesetzten Portion verglichen ward. Die Resultate waren folgende: Stellt man das Gefäß mit Blut in Wasser unter 8° R., so findet keine Gerinnung mehr Statt. 2) Im Wasser von 10 — 12° bildet sich das Häutchen auf dem Blute früher, allein die Festwerdung der übrigen Flüssigkeit wird verlangsamt, mehr als bei einer der Blutwärme näher kommenden Temperatur. Ob das Wasser 10° oder 15° zeigt, macht wenig Unterschied; auch Wasser von 16° hat fast noch ganz gleiche Wirkung. 3) Während eine Luft von 20 — 25° die Gerinnung etwas befördert, besitzt das Wasser von 29 — 31° R. einen ganz entgegengesetzten, jedoch nur schwachen Einfluß auf die Gerinnungszeit; die Verlangsamung der Gerinnung ist besonders in den ersten Momenten, weniger in den letzten auffallend. Sobald man die Temperatur des Wassers fortwährend auf 31° erhält, gerinnt das Blut gewöhnlich früher als bei 29°. 4) Wird die Wärme noch mehr erhöht, auf 32 — 40°, so wird auch die Gerinnung noch mehr beschleunigt, die Contraction des Kuchens dagegen vermindert. — Daß also der Verlust der Wärme nicht die Ursache der Gerinnung sein kann, geht aus diesen Resultaten ganz klar hervor. Außerdem beweis't auch noch der flüssige Zustand des Bluts bei den

---

[1]) Commentatio de sanguinis vasi effluentis coagulatione. Groen. 1820. S. auch dessen Diss. inaug. sistens sang. coag. historiam. Groen. 1820.
[2]) A. a. O. S. 49 u. ff.
[3]) Experimental Inquiries in chemical physiology. P. I. London 1832. p. 34. u. ff.
[4]) Das Blut. S. 185 u. ff.
[5]) Leçons sur les phénomènes physiques de la vie. T. IV (sang). Paris 1838.
[6]) Experimentorum circa sanguinis coagulationem specimen I. Diss. inaug. Berol. 1839. Auch in Froriep's Notizen 1839. XII. Nr. 16.

kaltblütigen Thieren, die Gerinnung des Bluts derselben an der dem Blute derselben gleich warmen Luft, so wie das Fehlen des Blutgerinnsels bei den winterschlafenden Thieren (nach Saissy) unwiderleglich die Mangelhaftigkeit der alten Hypothese. Obgleich allerdings ein Einfluß der Temperatur auf die Gerinnung ganz unbestreitbar ist, so kann jener doch nicht der zureichende Grund dieser sein. — Eben so wenig kann die Ruhe im Gegensatz zu der immerwährenden Bewegung des kreisenden Bluts als ein solcher gelten. Geschütteltes Blut, selbst im luftleeren Raume geschütteltes Blut gerinnt eben so gut und selbst früher als ruhig stehendes. Hunter nahm übrigens auch nur an, daß die Bewegung in lebenden Gefäßen die Gerinnung aufhalte, denn es war schon von Hewson dargethan worden, daß das Blut in unterbundenen Venen des lebenden Körpers längere Zeit hindurch flüssig bleibt, an der Luft nachher aber doch noch gerinnt. Ob diese Gerinnung dann früher oder später eintrete, darüber lauten die Angaben verschieden. — Auch in der Leiche bewahrt das Blut zuweilen Tage lang seine Flüssigkeit und Gerinnbarkeit, und in den winterschlafenden Thieren ist die Bewegung des Bluts kaum merklich und dasselbe doch nicht geronnen. Dies Alles beweis't, daß die Ruhe nur einen sehr geringen Antheil an der Gerinnung haben kann und von einem anderen Verhältniß im Einfluß übertroffen wird.

Der um die Lehre von der Gerinnung des Bluts so verdiente Hewson glaubte aus der Berührung des Bluts mit der Luft diesen Vorgang erklären zu können. Er bewies durch einen Versuch, daß, wenn Luft in einer unterbundenen Vene mit dem Blute in Berührung tritt, dieses gerinnt, während es sonst flüssig bleibt. Was die Versuche mit Blut außerhalb des Körpers anbelangt, so beweis't eine große Anzahl, daß die Gerinnung um so langsamer erfolgt, je mehr die Luft abgehalten wird, und daß man durch Vermehrung der Berührung des Bluts mit Luft die Gerinnung beschleunigen kann. Fängt man Blut unter Oel auf, so wird, wie Babbington gezeigt hat, die Gerinnung verzögert, und Schultz fand, daß ein in einem leeren Darm aufgefangenes Blut nach 24 Stunden noch nicht fest geronnen war. Magendie behauptet sogar, daß, wenn man das Blut aus der Arterie mit einer Spritze aussaugt, die Gerinnung gar nicht eintrete. Gewiß ist, daß überall bei Abhaltung der Luft die Gerinnung, wenn sie überhaupt erfolgt, unvollständiger bleibt. Hiermit steht auch noch die von dem Londoner Thierarzte Vines mitgetheilte Thatsache in Uebereinstimmung, daß überall, wo das Blut des Pferdes aus irgend welcher Ursache dunkler, also weniger sauerstoffhaltig ist, es auch später gerinnt, eine Thatsache, deren Wahrheit ich im Ganzen auch bei anderen Thieren und eben so bei Menschen bestätigen kann. Ueberall, wo in Krankheiten das Athmen gehindert war, sah ich meist auch späte Gerinnung. Schon Schröder van der Kolk wies in dieser Beziehung auf die Blausüchtigen hin. Nach Kellie soll das durch Anlegung des Tourniquets austretende und dadurch dunkel gewordene Venenblut früher als sonst gerinnen. Dies muß aber wohl auf Irrthümern beruhen, denn sowohl schon Hewson als später Simson und ich haben das Gegentheil gefunden. — Daß das hellrothe Venenblut der Ziegen keineswegs früher gerinnt als das dunkele der Schweine, beweis't, daß die Anwendung des obigen Satzes nur auf das Blut einer und derselben Art von Organismus erlaubt ist; denn die Verschiedenheit der Röthe des Bluts der verschiedenen Thiere ist nicht bloß von der Intensität des Athmens, sondern auch von dem Gehalte an kohlensaurem Natron und anderen Salzen abhän-

gig. Daß aber nach ersterer sich die Gerinnbarkeit des Bluts eines Thiers richtet, kann nicht bestritten werden. Die Lebhaftigkeit des Athmens läßt sich schwer direct bestimmen, aber wohl indirect durch die Zahl der Athemzüge oder, was dasselbe ist, durch die der Pulsschläge, welche immer mit jenen in Uebereinstimmung stehen, so wie noch besser durch die Wärme. Und das scheint ausgemacht zu sein, je häufiger der Herzschlag und je höher die normale Wärme eines Thiers sind, desto rascher gerinnt das Blut. Der größte Unterschied in der Gerinnungszeit herrscht daher zwischen den Vögeln und Amphibien; das Pferd, das kälteste unserer Haussäugethiere, hat ein langsam gerinnendes Blut; das mit großer Wärme begabte Schwein dagegen besitzt, obgleich sein Blut dunkel und schwer ist, ein Blut, welches in der Schnelligkeit der Gerinnung das der Hunde, der Ochsen und Ziegen übertrifft. Schaf und Kaninchen haben ebenfalls viel Wärme und schnell gerinnendes Blut. Es ist ferner eine ausgemachte Thatsache, daß das arterielle Blut früher und kräftiger gerinnt als das venöse. Auch dieser Unterschied ist auf den Einfluß der atmosphärischen Luft ohne Zwang zurückführbar. — Wie die stärkere Berührung des Bluts mit Luft die Gerinnung beschleunigt, läßt sich bei jedem Aderlaß beobachten. Hunter, Thackrah, Scudamore haben hierüber schon ihre Bemerkungen mitgetheilt und namentlich gefunden, daß einzelne Tropfen Blut eher gerinnen als größere Portionen. Von Belhomme und Anderen ist die Einwirkung der Größe, Stärke und Länge des Blutstroms und die Beschaffenheit des auffangenden Gefäßes auf die Bildung der Faserhaut ein Gegenstand vielfacher Beobachtung gewesen, deren Endresultat das ist: je mehr Berührung mit der Luft durch Langsamkeit des Abfließens, Länge des Blutstrahls, Flachheit der Schüssel, desto mehr wird die Entstehung der Faserhaut erschwert. Dies Resultat können wir hier ebenfalls benutzen, weil es leicht zu erweisen ist, daß nur deßhalb die Entstehung der Faserhaut verhindert wird, weil die Gerinnung des Bluts eher eintritt, als die Blutkörnchen sich gesenkt haben. — Die auffallende Beschleunigung der Gerinnung durch Schlagen des Bluts (nur 5 — 7 Minuten) muß zum größten Theil auch der Einwirkung der atmosphärischen Luft zugeschrieben werden. Nicht bloß der Anfang der Gerinnung wird durch dies Verfahren beschleunigt, sondern die Dauer des ganzen Vorgangs abgekürzt. Hat man ein abnorm langsam gerinnendes Blut vor sich, aus welchem man den festwerdenden Faserstoff durch langsames Rühren entfernt, so tritt ein Zeitpunkt ein, wo sich nichts mehr an das Stäbchen anlegt, außer wenn man jetzt, statt das Blut langsam zu schlagen, stark zu quirlen anfängt. — Ein interessantes hierher gehörendes Phänomen beobachtete, wie Scherer [1]) erzählt, Liebig: Frisches Blut war mit Glaubersalz gemischt: allmälig bildete sich auf demselben eine farblose Schicht, die zu festem Faserstoff gerann. Mehrmals ward diese Schicht weggenommen und immer gerann die obere Schicht von Neuem. — Daß nicht der Stickstoff, sondern der Sauerstoff der Luft derjenige Bestandtheil der Luft ist, welcher diesen Einfluß ausübt, suchte schon Fourcroy zu beweisen. — Nach Beddoes gerinnt das Blut von Thieren, die Sauerstoff geathmet haben, sehr rasch, und namentlich bei Tauben nach Schröder v. d. Kolk viel rascher als da, wo diese Thiere sauerstofflose Luft geathmet hatten. Scudamore fand, daß im Sauerstoff die Gerinnung früher als

---

[1]) Chemisch physiologische Untersuchungen. Annalen d Chemie und Pharmacie. XL 1. p. 16.

in der atmosphärischen Luft erfolge. Indessen ist der Unterschied nicht sehr auffallend, wie dies auch J. Davy gefunden. Unter der Luftpumpe will Krimer eine Verzögerung der Gerinnung gesehen haben. Nach Scudamore war dagegen das Blut unter der Luftpumpe stärker geronnen. J. Davy läugnet überhaupt irgend einen Einfluß der Luftpumpe auf die Gerinnungszeit. Bedenkt man, daß das Blut, wenn es unter die Luftpumpe gebracht wird, doch mit der Luft in Berührung gekommen ist, daß das Auspumpen Zeit erfordert, und daß die vermehrte Verdunstung und Abkühlung des Bluts auch in Anschlag gebracht werden müssen, so kann man auf dies Experiment, selbst wenn genauere Untersuchung des gerinnenden Bluts unter dem Recipienten möglich wäre, überhaupt wenig Werth legen. Mandl hat deßhalb das Blut aus dem Körper in einer luftleeren Röhre aufgefangen (ob dies möglich?); die Gerinnung konnte er aber auch dadurch nicht aufheben. Eben so wenig gelang es, eine Veränderung der Gerinnungszeit zu beobachten, als ich eine geköpfte Taube unter Quecksilber verbluten ließ und das Blut in eine mit Quecksilber gefüllte Röhre auffing. Das Blut war ganz dunkel. Die Contraction des Blutkuchens wird aber jedesmal bei Absperrung des Bluts vermindert. — Auch mit anderen Gasen hat man das Blut in Verbindung gebracht, um die Gerinnungszeit zu untersuchen. Die Kohlensäure, welche nach Nysten die Gerinnung befördert, schwächt dieselbe nach Thackrah, im geringen Grade verlangsamt sie nach Scudamore und J. Davy, und hebt sie sogar auf nach Arnold und Magendie. — Wasserstoffgas und Stickstoffgas verzögern nach Scudamore die Gerinnung ein wenig; die Gerinnung wird aber niemals aufgehoben. Auch Magendie, der ebenfalls mit Kohlenoxydgas experimentirte, sah bei keinem Gase das Blut flüssig bleiben.

Wie groß also der Einfluß der Luft und namentlich des Sauerstoffs auf die Gerinnung sei, liegt klar zu Tage. Daß das Blut auch in geschlossenen Höhlen des Körpers nach und nach gerinnt, in der Leiche Coagula bildet, läßt sich vielleicht aus dem Luftgehalte des Bluts erklären (s. unten »Luftgehalt des Bluts«); daß es durch den Zutritt der entzündlichen Ausschwitzung, durch Eiter- und Brandjauche fest wird, beweis't höchstens nur, es gebe noch andere Einflüsse als den Sauerstoff, welche den flüssigen Faserstoff in festen umwandeln können. — Daß das Athmen das Blut nicht zum Gerinnen bringt, kann kein Einwurf gegen die Wichtigkeit des Einflusses der Luft sein; denn so rasch bewirkt die Luft die Gerinnung nicht, daß das Blut, bevor es das Haargefäßsystem erreicht, wo die Wirkung der Luft wieder aufgehoben oder geschwächt wird, schon gerinnen müßte. Die Natur hat hier die weise Vorkehrung getroffen, daß, je träger bei einem Thiere der Kreislauf ist, desto weniger Gerinnbarkeit das Blut besitzt. Wenn das Einblasen einer kleinen Portion Luft in das Gefäßsystem eines Thieres nicht durch Gerinnung des Bluts tödtlich ist, so kann dies daher kommen, daß die Luft bald von den Blutkörperchen absorbirt oder in dem Haargefäßsystem umgewandelt, und auch bald durch die Lungen wieder ausgeschieden wird. Es könnte ferner als ein Widerspruch erscheinen, daß bei annähernder Ohnmacht und also schwächerem Athemholen die Gerinnbarkeit des Bluts sich vermehrt, wenn nicht die hellrothe Beschaffenheit des Bluts hier Aufschluß gäbe. Es erfolgt in der Ohnmacht zugleich mit sinkender Kraft des Herzens auch außerdem noch ein Collapsus der Haargefäße, so daß die Entziehung des Sauerstoffs aus dem Blute und die Bildung der Kohlensäure oder die Aufnahme derselben ins Blut durch beide Ursachen be-

schränkt wird. Ein ähnliches Verhältniß findet wahrscheinlich bei der plötzlichen Herabsetzung des Nervensystems Statt. — Ueber diese interessanten Thatsachen würden wir wahrscheinlich dann mehr Aufklärung gewinnen, wenn wir nur erst wüßten, auf welche Weise die Luft das Blut so verändert, daß der Faserstoff nicht mehr in demselben aufgelöst bleiben kann. Die Einen nehmen mit Scudamore an, daß nur das Entweichen der Kohlensäure die Gerinnung bewirke, die Anderen, und zu diesen gehören viele der jetzt lebenden Physiologen, daß die Bildung der Kohlensäure durch den Sauerstoff die Veranlassung zur Gerinnung abgebe; noch Andere, z. B. Schultz, vermeiden jede chemische Erklärung, indem sie den Sauerstoff nur für einen Reiz erklären, der die Gerinnung anregt.

Die Ansicht, daß die Gerinnung ein Lebensvorgang sei, der nur von der Lebenskraft abhänge, die in Thackrah ihren Hauptvertheidiger fand, ist eigentlich von Hunter ausgegangen; auch Prater und Schultz haben sie verfochten. Nach Letzteren ist die Gerinnung ein Vorgang ohne alle chemische Veränderung des Bluts, nur ein Erstarren der inneren Lebensbewegungen. Selbst Magendie, der sonst der Lebenskraft wenig Einfluß auf die Vorgänge des Lebens zugesteht, erkennt an, daß die Gerinnung ein zur Hälfte[1]) oder ganz[2]) vitales Phänomen sei. So dunkel ist bis jetzt noch dieser Vorgang. Wir wollen die Gründe aufzählen, welche zu Gunsten der biodynamischen Theorie der Gerinnung sprechen. Wir stellen sie der chemischen gegenüber, der zu Folge die bei der Gerinnung zum Blute tretende oder in demselben diffundirte Luft eine Veränderung hervorbringt. — Thackrah hält seine Versuche über die Wirkung der Wandungen frischer Blutgefäße auf die Verzögerung der Gerinnung für die sicheren Beweisgründe, daß die Gerinnung nur bei dem Aufhören des Einflusses der Lebenskraft erfolge. Er fand nämlich, daß das Blut, in einer frisch aus dem Körper ausgeschnittenen Vene eingeschlossen und in Wasser von 30° R. gelegt, eben so wenig als in einem Gefäße des lebenden Körpers eingeschlossen gerinnt, und daß es bei der gewöhnlichen Temperatur wenigstens eine halbe Stunde in der Vene flüssig bleibt, während es in einer Ader eines vor 24 Stunden oder noch früher, selbst zuweilen vor einer Stunde getödteten Thiers ganz eben so wie in freier Luft gerinnt. Die Richtigkeit dieser Thatsachen läßt sich zwar nicht bestreiten, wohl aber ihre Beweiskraft. Wollten wir auch annehmen, das Blut sei, was schon sehr unwahrscheinlich ist, bei dem Eindringen in die erkaltete Vene mit der atmosphärischen Luft eben so wenig in Berührung gekommen, als das in der lebenden Vene eingeschlossene, und es sei nicht eben schon hier die Ursache jener Verschiedenheit der Gerinnungszeit aufzufinden, so bleibt noch ein anderer Umstand übrig, der die Argumentation Thackrah's entkräftet. Es ist nämlich allgemein anerkannt, daß die Membranen nach dem Tode für die Imbibition viel empfänglicher sind, als im lebenden Körper; die Luft dringt durch eine Vene, die so frisch aus dem Körper ausgeschnitten ist, sehr schwer ein oder aus (selbst nicht unter der Luftpumpe), viel leichter dagegen durch eine schon längere Zeit an der Luft gelegene. Dies Alles hat Thackrah übersehen. Gleiche Erklärung läßt die Verschiedenheit der Gerinnung des Bluts in den Leichen zu. Da, wo das Blut in der Leiche noch nicht geronnen, aber noch gerinnbar ist, wird man auch wenige Spuren der Durchschwitzung der Galle, des Darm-

---

[1]) A. a. O. p. 290.

[2]) Ebend. p. 99.

gases u. s. w. bemerken. — Eine zweite Reihe von Beweisen hat man aus der Gerinnungszeit des Bluts in Krankheiten und anderen abnormen Zuständen entnommen. Thackrah stellt den allgemeinen Satz auf: je mehr die Nervenkraft darnieder liegt, desto schneller gerinnt das Blut. Zuweilen gerinnt es übrigens, wie der genannte Physiologe selbst eingesteht, bei gesunkener Lebenskraft viel später als das normale, dann aber äußerst langsam und nie vollständig. Dies zeigt schon an, daß hier eine chemische Ursache vorhanden sein müsse. — Im Typhus abdominalis beobachtete ich einmal ein Blut, welches langsam und unvollständig gerann, des Tags darauf wieder ganz flüssig wurde. Ich habe damals die Analyse dieser Flüssigkeit versäumt, glaube aber nicht, daß Jemand daran zweifeln könne, die Eigenthümlichkeit dieses Bluts habe in einer abnormen chemischen Zusammensetzung, nämlich in einem Vorwalten eines Alkalis (Ammoniaks?) ihren Grund gehabt. Vor Kurzem fing ich das Blut eines dem Anscheine nach gesunden Huhns auf. Zu meiner Verwunderung gerann es erst ungefähr nach 12 Minuten. Bei der Analyse fand ich die Menge der Salze um die Hälfte vermehrt. Ein anderes Mal sah ich das Blut einer Gans erst nach einer halben Stunde gerinnen; die Menge der Salze war fast um ein Drittheil vermehrt. Man müßte blind sein, um hier nicht einen causalen Zusammenhang zwischen der Gerinnungszeit und dem Salzgehalte des Bluts zu erkennen. Dies zugestanden, wird man dann nicht auch die Möglichkeit einräumen müssen, daß die Abweichungen in den Gerinnungszeiten bei anderen Krankheiten aus chemischen Verhältnissen einst hergeleitet werden? Freilich läßt sich bei dem jetzigen Stand der pathologischen Chemie dies nicht beweisen, aber manches auf den ersten Blick Unerklärliche läßt sich schon bloß aus der Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft begreifen, so z. B. daß in Krankheiten mit sehr beschleunigtem Pulse, nach Anwendung eines heißen Bades, ferner bei Verblutung gegen Ende des Lebens die Gerinnung rascher erfolgt. Die Berührung mit der Luft wird in beiden Fällen, dort durch den vermehrten Umtrieb des Bluts, hier durch die relativ zur einwirkenden Luftmenge verminderte Quantität Bluts befördert. Denn sonst habe ich in der Agonie durch andere Ursachen bei Thieren immer ein auffallend langsam gerinnendes Blut gefunden, wenn auch die Tage vorher bei heftigem Fieber die Gerinnung beschleunigt war. Andere Thatsachen, die man zur Unterstützung der Thackrah'schen Ansicht erwähnt findet, z. B. daß die plötzliche Zerstörung des Rückenmarks, das zu Tode Hetzen der Thiere, die Beimischung von Narcotica die Gerinnung des Bluts hindere, beruhen auf einem Irrthum. Aber freilich giebt es noch manche Erscheinungen, die, weil wir sie jetzt noch nicht näher erklären können, verhindern, jene Ansicht als eine unhaltbare bei Seite zu schieben. So lange man noch Hypothesen zu Hülfe nehmen muß, um alle Abweichungen in der Gerinnung chemisch zu erklären, so lange kann man es den Physiologen nicht verwehren, der Lebenskraft einen directen Einfluß auf die Gerinnung einzuräumen. Stellte es sich einmal ganz klar heraus, was die chemische Ursache der Gerinnung ist, wie denn eine solche doch höchst wahrscheinlich existirt, da kein vitaler Vorgang, der nicht materiell begründet wäre, denkbar ist, so würde auch bald zu finden sein, wie die Lebenskraft, oder, um dies zweideutige Wort zu vermeiden, der Einfluß des lebenden Körpers, nicht direct, sondern erst vermittelst jenes chemischen Verhältnisses, auf die Gerinnung einzuwirken im Stande ist.

Haben wir nun der Thackrah'schen Ansicht so weit als möglich ihr Recht widerfahren lassen, so können wir dieselbe nicht verlassen, ohne auch gezeig

zu haben, wie es viele Erscheinungen giebt, die mit derselben durchaus nicht in Einklang gebracht werden können. Bei sinkender Lebenskraft, sagt Thackrah, gerinnt das Blut früher. Wie kommt es aber, fragen wir, daß bei den pflanzenfressenden Hausthieren nur im entzündlichen Fieber die Gerinnung beschleunigt ist, in allen Arten des asthenischen und hektischen Fiebers, bei Pferden und Wiederkäuern, das Blut äußerst spät fest wird und oft nur unvollständig gerinnt? Wirkt die Lebenskraft das eine Mal anders als das andere Mal? Ist es ferner möglich, die Gerinnung für ein vitales Phänomen zu halten, wenn man das Blut einfrieren lassen kann, ohne daß es dadurch die Fähigkeit, nach dem später erfolgenden Aufthauen zu gerinnen, verliert? oder wenn man beobachtet, daß eine hydropische, wenig thierische Bestandtheile, aber viele Salze, besonders kohlensaures Alkali haltende Flüssigkeit erst 24 — 36 Stunden nach dem Abzapfen ein Gerinnsel bildet? Wie hat so lange Zeit hindurch der vitale Einfluß fortdauern können? Weiterer Einwürfe bedarf es wohl kaum.

Bisher haben wir nur diejenige Meinung berücksichtigt, nach welcher die Gerinnung als eine Lebenserscheinung auf einen äußern Reiz erfolgt; nach einer andern ist sie der Todesact des Bluts und steht der Todesstarre der Muskeln gleich. Mit dieser hat sie aber wenig Aehnlichkeit in ihrem äußern Verhalten; ob im inneren, läßt sich um so weniger angeben, als die nächste Ursache der Todesstarre noch sehr dunkel ist. Die Steifheit der Muskeln läßt nach einiger Zeit wieder nach, während der Faserstoff in seinem geronnenen Zustande bis zur Fäulniß verharrt. Daß nun die Gerinnung des Bluts aus dem Nachlassen der lebendigen Einwirkung des Körpers erfolge, läßt sich übrigens auch gar nicht mit der allgemein anerkannten Ansicht in Uebereinstimmung bringen, daß durch das Festwerden des Faserstoffs der thierische Körper unter der Einwirkung der Lebenskraft gebildet werde.

Wir betrachten schließlich noch die über die Wirkung verschiedener Zusätze zum frischen Blute in Beziehung auf die Gerinnung gemachten Versuche. Im Ganzen haben die von Hewson, Hunter, Magendie, Hamburger und J. Davy mitgetheilten Beobachtungen der Wissenschaft wenig Nutzen gebracht, weil man nicht die nothwendige Rücksicht auf die Concentration der zugemischten Lösungen nahm und meist die Stoffe in solcher Dosis anwandte, daß auf den Zustand des Faserstoffs im Blute eben so wenig wie auf die Wirkung dieser Stoffe auf das Blut im lebenden Menschen ein Schluß möglich war. Man gab ferner auch zu wenig Acht darauf, ob der Faserstoff allein, oder mit dem Eiweiß zugleich, oder, wie auch der Fall vorkommt, dies erst einige Zeit nach jenem niedergeschlagen wird, ob der Faserstoff durch den Zusatz eine Zersetzung erfährt, oder nur die Fähigkeit zu gerinnen verliert. Und doch hatte Hewson hier schon den richtigen, auch von Prater zum Theil verfolgten Weg vorgezeichnet, indem er entdeckte, daß die Gerinnung, welche durch manche Substanzen und Salze aufgehoben war, wieder durch Zuguß von vielem Wasser möglich wird. Auch durch Saturation des Alkalis oder der Säure, falls dieselbe nur sehr schwach und mit vielem Wasser versetzt sind, läßt sich eine gleiche Wirkung auf die flüssig gebliebene Mischung hervorbringen. Die höchst interessanten Versuche über die Wirkung der im Blute normaler oder abnormer Weise vorfindlichen Stoffe sollten alle noch einmal in ganz kleinen Dosen und mit verschiedenen Mengen Wasser verdünnt durchprobirt werden, wobei man nachher, falls die Gerinnung aufgehoben, die ersten Zusätze durch neue neutralisiren, oder präcipitiren, oder noch mehr verdünnen müßte. Ich habe bei

einigen Stoffen schon neuerdings angefangen und den gewöhnlichen Angaben widersprechende Erfolge gesehen. — Bei allen diesen Versuchen über die Wirkung fremdartiger Beimischungen zum frischen Blute muß man zuförderst zwei Punkte nicht übersehen, die sonst leicht Verirrung anstiften: erstens, daß fast alle Stoffe, falls sie in äußerst geringer Quantität dem Blute zugesetzt werden, sei es als Pulver oder in Auflösung, die Gerinnung beschleunigen, selbst wenn sie auch in nur etwas stärkerer Dosis dieselbe aufheben. Außer dem kaustischen Natron und Kali giebt es keinen Stoff, der als 1 Theil in 1000 Theilen Blut (Berzelius) die Gerinnung schon verzögert. Bei allen übrigen Substanzen, z. B. bei den meisten Mittelsalzen, beschleunigen die Gerinnung noch viel größere Dosen, z. B. von Kochsalz $^{28}/_{1000}$. Nur von den kohlensauren Alkalien muß man ebenfalls sehr kleine Portionen anwenden, um eine Beschleunigung der Gerinnung zu bewerkstelligen; $^{5}/_{1000}$ halten dieselbe noch auf, während dies Verhältniß bei den übrigen Salzen noch die Beschleunigung hervorruft. Wahrscheinlich ist die hauptsächlichste Ursache dieser Beschleunigung die durch das Schütteln hervorgebrachte stärkere Berührung mit der Luft und die dabei erfolgende Abkühlung; möglich ist, daß auch der Contact mit der fremdartigen Substanz selbst die Gerinnung anregen könne. Zu dieser Vermuthung veranlaßt mich die von mir gemachte Beobachtung, daß eine Verdünnung mit dem achtfachen Wasser die Gerinnung mehr verzögert, als wenn in dieser Flüssigkeit außerdem noch kleine Quantitäten Salz aufgelöst sind. Zweitens darf man nicht übersehen, daß jede Substanz, falls sie in einer großen Menge mit dem frischen Blute rasch gemischt oder gemengt wird, die Gerinnungszeit hinausschiebt, wahrscheinlich, indem sie die Faserstoffpartikelchen von einander entfernt hält; denn schon das reine Wasser, welches gar keine andere Wirkung als eine mechanische haben kann, vermag in kleinen bis das Doppelte des Bluts übertreffenden Mengen dieselbe zu beschleunigen, in größeren, acht bis vierzigfachen, dagegen dieselbe zu verzögern. Auch manche andere indifferente Lösungen halten vermuthlich aus demselben Grunde die Gerinnung auf, so die Lösung von Gummi arabicum (kleine Portionen beschleunigen aber), verdünntem Vogeleiweiß, Serum, Milch, Urin, Zuckerwasser. Was das letztere anbelangt, so wäre vielleicht eine concentrirte Lösung fähig, den Faserstoff chemisch zu verändern, weil der Zucker mit dem Eiweiß eine Verbindung eingeht und dessen Gerinnung durch Hitze und Säuren vermindert. In Betreff des Blutwassers habe ich noch zu bemerken, daß dies auf den Faserstoff nicht immer wie eine chemisch indifferente Flüssigkeit wirkt. Ich vermischte einst ungeronnenes Blut aus der Leiche einer Frau mit verschiedenen Arten von Serum. Das vom Menschen und vom Kalbe brachten keine Veränderung hervor, das von einem Schweine bewirkte aber auf der Stelle eine Gerinnung des im Blute aufgelöst gehaltenen Faserstoffs. — Aus diesen Vorbemerkungen wird man sehen können, wie viel bei den Untersuchungen über die Wirkung der verschiedenen Zusätze auf die Gerinnung des Bluts zu beachten ist, und wie wünschenswerth es ist, daß Jemand den Gegenstand mit der nöthigen Genauigkeit nochmals einer genauen Prüfung unterzieht. Hätte Hamburger auf diese Verhältnisse Rücksicht genommen, so würde er sich gehütet haben, früheren Beobachtungen unbedingt zu widersprechen. Wir wollen jetzt die Wirkung der Alkalien, Salze, Säuren und verschiedener vegetabilischer und animalischer Stoffe näher betrachten.

1) Die Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) heben die Gerinnung gänzlich auf, indem sie mit dem Faserstoff, so wie mit dem Eiweiß eine

chemische Verbindung eingehen; deßhalb vermögen spätere Zusätze von Wasser die Gerinnung nicht hervorzubringen. Säuren fällen den Faserstoff nachher mit dem Eiweiß in Flocken, falls sehr viel Alkali dem frischen Blute zugesetzt war. Man kann übrigens durch eine dünne Solution von Natron caust., so wie auch von Natron carb. die Gerinnung aufheben, ohne daß dadurch die Fähigkeit des Faserstoffs, nach Neutralisation des Alkalis durch Essigsäure auf normale Weise zu gerinnen, aufgehoben wird. Ich mischte frisches Blut mit der siebenfachen Menge Wasser, worin auf 580 Theile 1 Theil kaustisches Natron gelös't war, eine andere Portion Blut mit einer etwas concentrirten Lösung von Natron carb. Keine Gerinnung erfolgte. Nach einigen Stunden setzte ich allmälig so viel Essigsäure hinzu, daß ungefähr drei Tropfen derselben auf 1 Gran Alkali kamen. Jetzt fing das Blut an zu gerinnen, eben so vollständig, als wenn kein Alkali mit dem Faserstoff in Verbindung gewesen wäre. Am meisten und den festesten Faserstoff lieferte die Mischung mit dem kaustischen Natron. Bei fernerem Zusatz von Essigsäure fiel in der Mischung mit Natron carb. nur eine flockige Masse zu Boden. — Kaustisches Ammoniak zu 1—4 Tropfen auf 1000 Theile Wasser und eben so viel Blut beschleunigte in meinen und Prater's Versuchen die Gerinnung und verminderte nicht die Zusammenziehung des Blutkuchens, wirkt also nur schwach auf den Faserstoff. In etwas größerer Menge verlangsamt es die Gerinnung und verhindert die Zusammenziehung des Blutkuchens. Erst durch starken Zusatz vermag es die Gerinnung ganz aufzuheben, die selbst dann noch, wenn die Zersetzung des Faserstoffs nicht vollständig ist, durch Zusatz von Wasser wieder möglich wird. Auch Kalk verzögert die Gerinnung (Prater); in größeren Mengen verwandelt er in kurzer Zeit das Blut in eine grünliche, dicke, bröckliche Masse. — Magnesia hebt die Gerinnung auf und verflüssigt das Blut (J. Davy). — 2) Die alkalischen und löslichen erdigen Salze aus Natron, Kali, Ammoniak, Magnesia, Baryt und Kalk mit Kohlen-, Essig-, Salpeter-, Phosphor-, Weinstein-, Citronen-, Bor-, Schwefel- und Blausäuren, so wie die Chlorsalze beschleunigen die Gerinnung, falls sie in sehr geringen Mengen dem Blute zugesetzt sind (selbst bei kohlensaurem Natron, das fast so kräftig wie kaustisches Alkali auf den Faserstoff einwirkt, ist dies nach Prater der Fall), vermindern darauf die Zusammenziehungskraft des Faserstoffs, verzögern in stärkeren Lösungen die Gerinnung und hindern dieselbe in dem stärksten Grade ihrer Einwirkung gänzlich. Nur diejenigen Salze, welche das Blut auch in concentrirter Lösung nicht röthen, haben eine andere Wirkung, hindern nämlich die Gerinnung entweder nicht (wie die chlorsauren, chromsauren Salze und Jodsalze), oder machen das Blut durch Präcipitation des Eiweißes dick (wie die kleesauren, hydrothionsauren und bei langer Einwirkung auch die sauren weinsteinsauren Salze). Je röther ein Salz in schwacher Lösung das Blut färbt, desto kräftiger wirkt es auf den Faserstoff ein. Aus jedem durch ein Salz flüssig erhaltenen Blute läßt sich vermittelst Verdünnung mit Wasser der Faserstoff niederschlagen, entweder indem die Gerinnung der Mischung zu einer Gallerte erfolgt, oder indem sich Häutchen und Flocken bilden. Hewson hatte zwar von der Mischung des Bluts mit Salmiak, schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Magnesia angegeben, daß das Wasser später den Faserstoff in derselben nicht mehr zum Gerinnen bringe, allein Prater zeigte, daß dies doch noch, wenn auch nicht so vollständig wie bei anderen Salzen und nicht in der Form der Gallerte, Statt finde. Er machte ferner die Beobachtung, daß, wenn man gleiche

Mengen Blut durch gleich große Zusätze von Salz flüssig erhält und dasselbe nachher durch Zuguß von Wasser wieder zum Gerinnen bringt, derselbe Unterschied in den Gerinnungszeiten zwischen den einzelnen Blutmengen wahrgenommen wird, der sich in frischem unvermischtem Blute zeigt, wie dies z. B. zwischen den während Verblutung eines Thiers gelassenen verschiedenen Portionen Blut der Fall war. Daß übrigens der Zusatz von Wasser nicht allen Faserstoff zum Gerinnen bringt, sondern weniger, als wenn die Beimischung eines Salzes nicht stattgefunden hatte, hat Schultz dargethan. — Die die Gerinnung verzögernden oder aufhebenden Salze sind nun in dieser Beziehung nicht alle von gleicher Kraft. Obenan stehen die kohlensauren Salze, denen sogleich die essigsauren folgen; die Chlorsalze, schwefelsauren Salze und die Chlorverbindungen machen den Schluß ($^{9}/_{1000}$ Kochsalz verzögert sehr wenig). Das kohlensaure Ammoniak verlangsamt nach Prater nur die Gerinnung, hindert dieselbe aber nicht. Das doppeltkohlensaure Natron wirkt nach meinen Versuchen schwächer als das kohlensaure. Zu $^{14}/_{1000}$ hebt es die Gerinnung noch nicht auf, sondern verlangsamt dieselbe nur, etwas mehr jedoch als eben so viel Kochsalz. Bittersalz und Salmiak müssen in großer Menge zugesetzt werden, um die Gerinnung aufzuheben. Auch die anderen schwefelsauren Salze wirken noch nicht zu 14 auf 1000, während kohlensaures Natron als $^{7}/_{1000}$ die Gerinnung stundenlang verzögert. Das blausaure Salz, welches J. Davy prüfte, war dreifach blausaures Kali. Cremor tartari soll nach ihm die Gerinnung aufheben und das Blut flüssig machen; nach Hamburger wirkt es wie die freie Weinsteinsäure. Es muß jedoch nach Hünefeld in großer Menge zugesetzt werden. Ich fand, daß ʒj auf ℥j Blut die Gerinnung bis auf wenig Gerinnselbildung gewöhnlich aufhob; das sich an der Oberfläche ansammelnde Serum war ganz trübe; Zusatz von Wasser präcipirte nur einen kleinen Theil Faserstoff; die größte Menge desselben war also zersetzt. Die Barytsalze (salpetersaurer Baryt und Chlorbaryum) sind von J. Davy angewandt. Von letzterm hinderten in meinen Versuchen ʒjj einer concentrirten Lösung ℥j Blut an der Gerinnung; keine Faserstoffschollen fanden sich bei der mikroskopischen Untersuchung; Wasser bildete nachher etwas weniger flockiges, mikroskopisch feinkörniges Gerinnsel. — Von den unlöslichen erdigen Salzen erfahren wir, daß kohlensaurer Kalk in großer Menge die Gerinnung verlangsamt (Prater), kohlensaure Magnesia dieselbe aufhebt und das Blut flüssiger macht (J. Davy), und der schwefelsaure Kalk sogleich ein braunrothes Coagulum bewirkt (Hamburger). — Die Verbindungen der Alkalien mit Schwefel zersetzen das ganze Blut augenscheinlich. (Auch faules Wasser hebt nach Magendie die Gerinnung auf.) 3) Von der Wirkung der Metallsalze auf die Gerinnung des Bluts wissen wir durch Prater und J. Davy, besonders durch Hamburger Manches, jedoch noch nicht das Wesentlichste. Diejenigen Salze, welche das Eiweiß coaguliren, präcipitiren wahrscheinlich mit dem Eiweiß zugleich den Faserstoff, indem sie das Blut entweder sogleich in braunschwarzes Coagulum (wie salpetersaures Silber, Quecksilberoxyd und Chloreisen), oder (wie das schwefelsaure Kupfer) in eine eben so gefärbte, ölartige, syrupsähnliche Flüssigkeit, oder (wie das essigsaure Blei) in einen hellrothen dicklichen Brei umwandeln. Die übrigen Zink- und Eisensalze außer dem Jodeisen, welches die Gerinnung nicht hemmt, verflüssigen das Blut, röthen dasselbe zum Theil und hindern die Gerinnung. Ob aber dabei der Faserstoff zerstört wird, oder nachher durch Zusatz von Wasser noch gerinnbar ist, hat man noch

nicht in Erfahrung gebracht. — 4) Die Säuren sind alle im Stande, die Gerinnung aufzuheben, die Mineralsäuren stets durch Zersetzung des ganzen Bluts; die vegetabilischen (namentlich die von mir mehrfach geprüfte Essigsäure) können in sehr verdünntem Zustande, zu 1—2 Tropfen mit Wasser verdünnt auf 1000 Theile Blut, die Gerinnung beschleunigen, zu 2—5 Tropfen verlangsamen sie nur dieselbe und heben dieselbe in stärkeren Zusätzen gänzlich auf, indessen, so lange die Farbe des Bluts noch hellroth bleibt, nicht immer so, daß nicht Verdünnung des Bluts mit Wasser die Gerinnung noch möglich macht. In concentrirten Lösungen wirken die vegetabilischen Säuren aber eben so zersetzend wie die Mineralsäuren; kein Zusatz Wasser schlägt dann den Faserstoff nieder. Sowohl von der Essigsäure als von der Milch-, Citronen-, Weinstein- und selbst von concentrirter Blausäure (nach Prater) ist Letzteres bewiesen. Nach Hamburger verhindern die Mineralsäuren selbst in sehr verdünntem Zustande die Gerinnung und machen das Blut dunkel, und nach Magendie hemmt 1 Tropfen Schwefelsäure die Gerinnung von 5 Centiliter Blut. Ich mischte einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure, der mit ʒβ Wasser verdünnt war, mit ℥j Blut; die Gerinnung trat fast zur normalen Zeit ein, obgleich das Blut ganz dunkel gefärbt wurde. Die Salzsäure, zu 8 Tropfen mit 8000 Theilen Wasser verdünnt, goß ich zu 1000 Theilen frisches Kalbsblut, ohne daß Gerinnungszeit oder die Farbe des Bluts sich änderten. Die Gerinnsel waren nur weniger fest. Ein anderes Mal wandte ich eine noch kleinere Menge Salzsäure an (2 Tropfen auf 1000 Theile Blut), und das Blut gerann erst nach 1 Stunde 15 Minuten. Eben so ward eine mit 8 Tropfen Essigsäure behandelte Portion Blut erst nach 1 Stunde 30 Minuten fest. — Die Wirkung anderer Stoffe anlangend, so haben die Versuche von Hunter, Prater, Magendie, J. Davy und Hamburger keineswegs übereinstimmende Resultate gegeben, was aus den früher angegebenen Gründen leicht begreiflich ist. Hunter sah Verzögerung der Gerinnung durch Opium und Chinadecoct, aber nicht durch Columbo und Gentiane. Nach Fontana wirkt Extract von Hyoscyamus und Belladonna ganz wie Opium, Viperngift aber gar nicht. Nach Prater hindern Rhabarber, Myrrhe, Taback, Thee und Kaffee die Gerinnung, die beiden ersteren Substanzen sogar in dem Grade, daß auch der Zusatz von Wasser nachher nicht mehr die Gerinnung bewirkt; adstringirende und scharfe Mittel, wie Pfeffer und Euphorbium, sowie die Narcotica und Extracte von Opium, Belladonna, Cicuta, Hyoscyamus, Mohnsamen, verspäten dagegen nur den Vorgang. Die Blausäure hat nur wenig Wirkung, während Cyangas nach Hünefeld das Blut ganz flüssig erhält. Upas-tieute Gift verhindert nach Krimer ebenfalls die Gerinnung. Nach J. Davy heben Rhabarber, Ipecacuanha, Cinchonin, Columbo, Myrrhe, Ratannhia, Jalappe, Extract von Belladonna, Digitalis, Conium, Sarsaparille die Gerinnung auf. Nach Hamburger dagegen beschleunigen die Narcotica die Gerinnung, z. B. Abkochung von Herba digitalis, Morphium aceticum, Strychninum nitricum und Tabacksdestillat. Eine Auflösung von Opium und eine Abkochung von Nux vomaic hatten aber nach ihm keine Wirkung. Eben so wenig Decoct und Infusum von Coloquinthen, Jalappenharz, Rad. Colchici, Ipecacuanha, gebranntem Kaffee. Die Adstringentia erzeugen im Augenblicke der Beimischung ein Coagulum (wahrscheinlich durch Niederschlagen des Eiweißes). Ueber die Wirkung des Tabacksdestillats hat auch Schultz Versuche angestellt. Größere Portionen verspäten beträchtlich die Gerinnung und hindern die Aus-

scheidung des Blutwassers; kleine wirken gerade umgekehrt. Nach Prater verhindern Terpentinöl, Weingeist und Aether, in großer Menge zugesetzt, die Gerinnung. Wie er dies von Aether behaupten kann, begreife ich nicht recht, da nach allgemeiner Annahme Aether den frischen Faserstoff fällt. — Jodine befördert die Gerinnung des Bluts nach Magendie. Die Galle verzögert, schwächt oder hemmt mehr oder weniger die Gerinnung nach dem Verhältnisse ihrer Menge; diese Wirkung ist dem Gehalte an Natron zuzuschreiben.

Prater hat außer dem Einfluß der eben genannten Substanzen auf die Gerinnungszeit auch noch bei der Anwendung derselben auf das schon geronnene Blut deren Einfluß auf die Ausscheidung des Blutwassers geprüft und ist zu dem Resultat gekommen, daß manche, wie die Neutralsalze, Ammoniak, Opium, sowie auch Wärme, die Zusammenziehung des Kuchens verlangsamen und andere, wie Ipecacuanha, Strychnin, kohlensaurer Kalk, Taback, dieselbe beschleunigen.

Es existiren nun auch zahlreiche Beobachtungen über den Zustand des Bluts in Betreff der Gerinnung nach Vergiftungen, so wie auch nach anderen das Leben beschränkenden Einflüssen; leider ist auch hier wenig Uebereinstimmung zu finden, weder unter den einzelnen Beobachtungen und Versuchen, noch, wo diese vorhanden, zwischen dem Befund im Körper und dem Resultat der Vermischung eines Stoffs mit dem frischen Blute. Und diese Verschiedenheit betrifft nicht etwa bloß die Gerinnung, sondern auch die Farbe des Bluts. Wir können aus diesen Gründen in keinem einzigen Falle aus der Wirkung eines Stoffes auf das Blut außerhalb des Körpers uns einen Schluß in Betreff der Wirkung desselben auf das kreisende Blut erlauben. Selbst die Injection einer fremdartigen Substanz in die Ader verändert das Blut ganz anders, als eine Mischung mit dem frisch gelassenen, und die Einspritzung einer ganz indifferenten vermag wider Erwarten die Gerinnung auffallend zu beschleunigen, wie ich z. B. dies nach Infusion von Oel wahrnahm. Es ist hier überhaupt nicht der Ort, die Wirkung der verschiedenen in den Kreislauf aufgenommenen Substanzen auf die Beschaffenheit des Bluts zu untersuchen; ich will hier nur erwähnen, daß ich eine Menge von Substanzen, Alkalien, Säuren, Salze und einfache Stoffe, die auf die Gerinnung des Bluts außerhalb des Körpers einwirken, zu Versuchen an Thieren benutzt habe. Blieben die Thiere am Leben, so konnte ich an ihrem Blute in Beziehung auf die Gerinnung sehr wenig Abweichendes bemerken; starben sie, so fand ich selten das, was man hatte erwarten können. So war z. B. das Blut bei einer durch Salpeter vergifteten Ziege ganz fest geronnen, aber bei einem durch längern Gebrauch von salpetersaurem Baryt gestorbenen Hunde größtentheils flüssig. Nach längerm Gebrauch von kohlensauren Alkalien glaube ich mehrmals eine Verlangsamung der Gerinnung beobachtet zu haben. Nach kohlensaurer Magnesia trat dagegen die Gerinnung sehr früh ein. Ganz auffallend und ganz regelmäßig war die Wirkung des Phosphors (zu 1 — 2 Tropfen in Oel auf 3 Tage gegeben) bei Hunden; das Blut hatte jedesmal seine Gerinnbarkeit vollständig verloren; auch nicht das geringste Gerinnsel war an irgend einer Stelle des Körpers zu finden. Wodurch der Phosphor so kräftig einwirkt, war aus der Analyse des Bluts nicht zu bestimmen. Daß der Phosphor durch eine eingegangene Verbindung diese Wirkung erlangte, scheint höchst wahrscheinlich. Ich werde übrigens an einem andern Orte eine größere Reihe von Versuchen über die Wirkung verschiedener Arzneistoffe auf die Mischung des Bluts mittheilen.

Bildung der Faserhaut. Es ist schon oben erwähnt worden, daß zuweilen vor der Gerinnung des Bluts die Blutkörperchen in der faserstoffhaltigen Flüssigkeit sich senken. Nach der Gerinnung des Bluts ist dasselbe dann mit einer weißlichen Schicht Faserstoff bedeckt, die auf dem vom Serum geschiedenen Blutkuchen dann wie eine Haut zu liegen scheint, weßhalb ihr der Name »Haut,« »Kruste,« »Corium« gegeben worden. Unzählige Theorieen sind über die Entstehung dieser Haut schon von den Aerzten aufgestellt, und obgleich man heut zu Tage weiß, daß dieselbe geronnene Blutflüssigkeit ist, so hat man doch über die nächste Ursache, weßhalb die Ansammlung derselben an der Oberfläche des Bluts vor der Gerinnung zu Stande komme, noch zum Theil falsche Ansichten. Gewöhnlich wird die Verspätung der Gerinnung einzig und allein für die Ursache davon angesehen, indem man behauptet, daß in der Entzündung, wo die Faserhaut am häufigsten vorkommt, die Gerinnung des Bluts verspätet sei, und ein Zusatz von Substanzen, welche die Gerinnung verlangsamen, eine Faserhaut erzeuge. Allein so gern ich auch den großen Einfluß der Gerinnungszeit auf die Entstehung jenes Phänomens zugestehe, so sehr muß ich doch mit J. Davy[1]) dagegen protestiren, daß dieselbe allein als Ursache angesehen wird; denn es bildet sich auch zuweilen eine Faserhaut auf sehr schnell gerinnendem Blute, und jede Verspätung der Gerinnung, z. B. durch Kälte, bewirkt nicht immer die Entstehung einer Faserhaut, so wie auch krankhaft langsam gerinnendes Blut sehr oft gar keine Spur einer Kruste zeigt. Ich habe dies Alles in meiner Schrift über das Blut mit Beispielen belegt. Zugleich habe ich dort nachgewiesen, daß auch in dem geschlagenen Blute der Unterschied, welcher in dem frischen Blute in Hinsicht auf Neigung zur Bildung einer Faserhaut sich zu erkennen giebt, noch immer insofern fortdauert, als die Blutkörperchen des faserhäutigen Bluts viel rascher sich zu Boden senken, als die des gesunden Bluts, so daß man aus einem einzelnen kleinen Tropfen Blut bestimmen kann, ob das Blut eines Aderlasses eine Faserhaut bilden wird oder nicht. — In der Regel steht die Zeit, in welcher die Blutkörperchen sich senken, in umgekehrtem Verhältniß zu der, in welcher das Blut gerinnt. Dies sehen wir deutlich bei den Thieren. Die Reihe: Pferd, Katze, Hund, Kaninchen, Ziege, Schaf, Ochs, Vögel, Schwein (d. h. zur Winterzeit; im Sommer senken sich im Schweineblut die Blutkörperchen schneller) ist diejenige, nach welcher die Blutkörperchen sich rascher oder langsamer senken, und sie ist fast gerade die umgekehrte von der, welche die Schnelligkeit der Gerinnung liefert. — Wir werden durch dies entdeckte Verhältniß also ganz besonders auf die Untersuchung der die Gerinnung des Bluts beschleunigenden und verzögernden Einflüsse als gleichzeitiger Ursachen der Faserhautbildung hingewiesen. — Das Senken der Blutkörperchen geschieht zunächst dadurch, daß sich dieselben mit einander zu Säulchen oder Rollen verbinden, wodurch sie leichter den Widerstand des Wassers bei dem Fallen überwinden. Worin liegt nun aber die Ursache dieses Phänomens, die vielleicht auch die der Verlangsamung und Gerinnung sein kann? Man hat die Vermehrung des Faserstoffs vielfach als eine solche angesehen. Allerdings enthält das faserhäutige Blut in der Regel mehr Faserstoff als normal gerinnendes, aber doch ist dies nicht immer der Fall. Und weßhalb bleibt der Unterschied im Senken der Blutkörperchen noch bemerkbar, nachdem aller Faserstoff durch Schlagen des Bluts

[1]) A. a. O. S. 43 u. 48.

entfernt worden? Behauptet man, daß hieran noch ein Rückhalt von Faserstoff Schuld sei, so ist dies eine unbeweisbare Hypothese, zu deren Stütze man die Beobachtung Hünefeld's, daß das Serum des entzündlichen Bluts stärker als das normale durch Aether getrübt werde (woraus Hünefeld auf Anwesenheit des Faserstoffs nicht mit vollem Rechte schließt), anführen könnte, wenn nicht das Blutwasser bei Hammeln, Schweinen und Hunden durch Aether meist noch stärker gelatinirte, ohne daß bei den beiden ersten Thieren die Blutkörperchen eine große Neigung zum Senken besitzen. Die Neigung der Blutkörperchen, sich mit einander zu verbinden, an einander zu haften und sich zu senken, kann nun entweder von einer Eigenthümlichkeit der Blutkörperchen, oder von einer besondern Beschaffenheit des Blutwassers abhängen. Ich glaube, daß Beides der Fall sein könne, schon früher bewiesen zu haben. Was die Blutkörperchen anbetrifft, so ist augenscheinlich, daß dieselben, je dunkler sie sind, desto stärker sich vereinigen, sei es, daß sie schwerer, sei es, daß sie klebriger sind als die blassen. Es könnte wohl Beides richtig sein. Daß der Farbestoff der schwerste Stoff des Bluts ist, geht schon aus seinem Reichthum an Eisen hervor, und daß die blassen Blutscheibchen mehr Fett enthalten, als die dunkeln, läßt sich durch das Mikroskop beweisen, indem die Körner, wie oben gezeigt worden, größtentheils aus Fett bestehen. Deßhalb sind die ganz farblosen Lymph- und Chyluskörperchen viel leichter als die Blutscheibchen, Auch stimmt damit überein, daß der sich so schnell senkende Cruor des Pferdebluts sehr wenig Fett liefert. Da nun aber die bloße Schwängerung des Bluts mit Kohlensäure die Neigung zum Senken vermehrt, und daher bei unvollständigem Athmen die Bildung der Faserhaut sehr gewöhnlich ist und im Venenblut viel leichter als im Arterienblut erfolgt, so muß entweder die Kohlensäure, welche im Serum theils diffundirt, theils mit dem Natron verbunden ist, durch Veränderung des Serums, oder dadurch, daß sie bei der Einwirkung auf die Blutkörperchen den Farbestoff (gerade wie sie es auch bei dem geronnenen Faserstoff thut) weicher, klebriger macht, dies zu bewirken im Stande sein. Die Schwere der Blutkörperchen kann sie natürlich nicht vermehren. — Es scheint mir unzweifelhaft, daß die Beschaffenheit der Oberfläche der Blutkörperchen wesentlichen Antheil an der Fähigkeit derselben, sich zu vereinigen, hat. Die höckerigen Blutkörperchen verbinden sich noch mit einander, die platten, kugelig gewordenen haben aber dazu alle Neigung verloren. Auffallend ist es, daß das Kochsalz, so lange es nur die Blutkörperchen einschrumpfen macht, jene Eigenschaft derselben aufhebt, so bald es aber bei starker Concentration der Auflösung den Farbestoff aus den Körperchen auszieht, eine Vereinigung derselben verursacht. Sollte nicht wohl eben das Austreten des klebrigen Stoffes dies bewirken? — Daß nun nicht bloß die Beschaffenheit der Blutkörperchen die Senkungszeiten bedingt, geht aus der in dieser Beziehung verschiedenen Wirkung solcher Beimischungen zum Blute hervor, welche die Gestalt und Farbe der Körperchen ganz gleich verändern. In letzterer Beziehung wirken Kochsalz und Zucker ganz gleich, in der Veränderung der Neigung derselben zum Senken aber durchaus nicht; denn während durch jenem Zusatz eben so wie durch Salpeter diese beschränkt wird, wird sie befördert durch diesen, eben so wie durch Gummi und Hühnereiweiß. Die bloße Dickflüssigkeit und Dünnflüssigkeit scheint hierbei ohne Einfluß zu sein. Im Ganzen zeigt sich allerdings bei wässerigem Serum des specifisch leichtern Bluts die Faserhaut am allerhäufigsten, allein das Serum der Pferde ist sehr klebrig, und doch senken sich in keinem Blute die

Blutkörperchen so schnell als im Pferdeblute. Mehr kommt wohl der Salzgehalt, besonders im Verhältniß zum Eiweißgehalt des Serums, wie dies Versuche mit geschlagenem Blute beweisen [1]), hier in Betracht. Wo viel Kochsalz, da ist das Senken geringer, wo viel Eiweiß, da ist es größer. Daher, nach Schultz, Mangel des Getränks auch bei gesunden Menschen die Bildung der Faserhaut befördern, viel kurz vorher genossenes Getränk dieselbe beschränken soll. — In Betreff des Fettgehalts des Bluts stimmen die Thatsachen nicht überein, ob derselbe auf das Senken der Blutkörperchen einwirkt oder nicht. Freilich findet man in Krankheiten die Faserhaut gewöhnlich mit Vermehrung des Fettgehalts zusammen; doch scheint nach meinen Untersuchungen es hauptsächlich nur flüssiges (verseiftes) Fett zu sein, was das Senken vermehrt. Wo viel festes Fett im Blute, ist das Senken schwach; ich weiß aber nicht, ob deßhalb, weil die Blutkörperchen zu leicht sind, oder weil die Homogenität des Serums vermindert ist. — Endlich giebt es noch mehre Stoffe, besonders Salze, welche gerade umgekehrt wie Kochsalz und die meisten Neutralsalze auf das Senken der Blutkörperchen einwirken. — J. Davy bemerkt dies vom dreifach blausauren Kali, Cremor Tartari, Magnesia usta und carbonica, Hünefeld vom Ammonium nitricum und Jodkalium. Es scheint auch, daß der Harnstoff, wenn er im Blute zurückgehalten wird, die Bildung der Kruste begünstigt. Somit sehen wir, daß die Erscheinung des beschleunigten Senkens der Blutkörperchen und der Bildung einer Faserhaut keinesweges immer auf eine und dieselbe Weise zu Wege gebracht wird, daß sie wie die meisten pathologischen Symptome sehr verschiedene Ursachen haben kann. — Die semiotische Würdigung der Faserhaut habe ich an einem andern Orte [2]) versucht. Der Raum gestattet nicht, näher darauf einzugehen. Ich muß um so mehr auf das dort Gesagte aufmerksam machen, weil noch immer hin und wieder das alte Vorurtheil zum Vorschein kommt, die Faserhaut zeige den Grad der Entzündung an. Besonders pflanzt es sich in gewissen Schulen Italiens und Frankreichs ununterbrochen fort und hat schon manchen Kranken ins Grab gebracht. Man lese, um nur ein Beispiel anzuführen, das von Hatin (in L'Esculape, 2 Août, 1840) nach.

3. Das Blut nach dem Gerinnen.

Das geronnene Blut scheidet sich in Blutwasser und Blutkuchen.

a. In welchem quantitativen Verhältnisse Blutkuchen (Placenta) und Blutwasser (Serum) nach vollendeter Trennung mit einander stehen, ist nicht leicht zu bestimmen. Unter den Angaben über diesen Punkt herrscht durchaus keine Uebereinstimmung, selbst nicht unter den allerneuesten. Es ist um so auffallender, daß bei dieser Unbestimmtheit der praktische Arzt der geringern oder größern Menge Blutwasser einen semiotischen Werth beizulegen pflegt. Alles, was auf die Zeit und Stärke der Gerinnung einwirkt, verändert auch die Größe des Blutkuchens. Die Zeit, in welcher derselbe das Serum auspreßt, ist verschieden; zuweilen ist nach 6 Stunden die Con-

[1]) In den Untersuchungen zur Phys. und Path. Bd. II. S. 246 habe ich hierüber Ausführlicheres mitgetheilt.

[2]) Das Blut rc. S. 36 u. ff. S. 136 und 204.

traction des Blutkuchens vollendet, zuweilen findet man nach 24 Stunden noch einmal so viel Blutwasser als nach 6 Stunden, und dasjenige Blut, welches viel Serum liefert, scheidet dasselbe oft grade am spätesten aus. Aeußere Einflüsse, die hierauf wirken, sind Wärme und Form der Schüssel, worin das Blut aufgefangen wird. Je höher die Temperatur, je tiefer und enger das Gefäß, desto besser zieht sich der Blutkuchen zusammen. Aus der sichtbaren Menge des Blutwassers läßt sich nur mit Berücksichtigung der Consistenz des Kuchens ein Schluß auf die wirkliche Menge desselben bilden. Wer das Gesetz nicht kennt, daß ein großer Wassergehalt des Bluts die Contractionskraft des Kuchens hindert, und daß daher bei sehr blutleerem Körper das Blutwasser sehr wenig betragen kann, wird stets einen irrigen Schluß ziehen. So ist es anfangs Magendie, wie in dessen Vorlesungen über das Blut zu lesen ist, ergangen. Erst nach und nach kam er dem längst bekannten Gesetze auf die Spur. — Wir können in Bezug auf das normale Verhältniß des Blutkuchens zum Serum kaum mehr sagen, als daß letzteres jenen fast jedesmal an Gewichtstheilen, aber nicht immer an Raumtheilen übertrifft. — Das Blut der Neugeborenen giebt wegen mangelhafter Zusammenziehung des Blutkuchens wenig Serum, das der jungen Kinder viel, das der alten Leute wieder weniger als das der Erwachsenen, das der Männer weniger als das der Weiber, mit Ausnahme der Schwangeren. Bei robuster Constitution waltet im Verhältniß zu den andern Constitutionen der Kuchen vor. Hungern vermehrt die Menge des Blutwassers. Im heißen Klima wird das Serum reichlicher ausgepreßt, als im kalten. In all diesen Sätzen ist aber noch Vieles ungewiß. — In Bezug auf die Thiere haben Prévost und Dumas [1]) das Gesetz aufgefunden, daß, je höher die natürliche Wärme des Thieres ist, desto mehr das Gewicht des getrockneten Blutkuchens beträgt. Am meisten Placenta giebt das Blut der Vögel, dann das der Säugethiere, der Amphibien und am wenigsten das der Fische. Ich führe hier die von den genannten Beobachtern aufgefundenen Zahlenverhältnisse bei den einzelnen Thieren nicht an, weil mir dieselben nicht sehr wichtig scheinen, denn sie stimmen weder mit den Verhältnissen des frischen Blutkuchens zu dem Serum, noch mit dem der Blutkörperchen zu den übrigen Bestandtheilen des Bluts, wie dies die Vergleichung des Wassergehaltes des Bluts mit denen des Blutwassers liefert, überein. Nach Thackrah [2]) ist die Reihefolge bei den Säugethieren folgende: Pferd (Placenta: Serum = 10 : 7,6), Schwein (10 : 6,5), Ochs (10 : 6,3), Schaf (10 : 4,7), Hund (10 : 2,8 — 5). Die winterschlafenden Thiere geben nach Barkow nur wenig Serum. — R. Wagner [3]) stellt eine Reihe der niederen Thiere nach dem Gehalt ihres Bluts an Blutkörperchen im Verhältniß zum Serum auf, die sehr interessant ist. Mit den Amphibien, die nach den Säugethieren kommen, stehen manche Anneliden auf gleicher Stufe. Wenige Blutkörperchen haben die Fische: darauf folgen die wirbellosen Thiere so: Ascidien und Cephalopoden, höhere Krustenthiere, Insecten und Arachniden, Mollusken und Krustenthiere, mit Ausnahme der Ascidien.

b) Die Menge des Blutwassers, welche der Blutkuchen einschließt,

---

[1]) A. a. O. p. 301.

[2]) A. a. O. p. 29.

[3]) Beiträge I. S. 42.

bestimmt also dessen Größe, so wie auch zweitens dessen Consistenz. Letztere hängt außer von der Menge der Blutkörperchen auch von der Menge und Beschaffenheit des Faserstoffes ab, der die Blutkörperchen einschließt. Ein großer lockerer Kuchen ist die Folge einer unvollständigen, oder sehr raschen Gerinnung und deutet, falls keine äußeren Hindernisse, zu denen auch ein sehr flaches Gefäß zu zählen ist, vorhanden sind, entweder auf schlechte Ernährung, oder auf mangelhaftes Athmen, oder auf geschwächten Herzschlag, oder auf gesunkene Nervenkraft. Wo diese genannten Bedingungen in bester Ordnung sind, zieht sich die Placenta auch gehörig zusammen und nimmt dabei eine Gestalt an, die das Lumen des Gefäßes, worin das Blut aufgefangen ist, in verkleinertem Maaßstabe wiedergiebt. — Die Männer mittlern Alters und von kräftiger Constitution, besonders die Freunde der Tafel liefern ein festes Coagulum. Das Fötusblut bildet das lockerste. — Obgleich jeder Blutkuchen schwerer als das Serum ist, so sinkt er von selbst nicht immer zu Boden, dann nämlich nicht, wenn seine Oberfläche mit Schaum bedeckt ist, oder wenn er sehr dünn und groß ist, zumal, wenn zugleich die Ränder seiner Oberfläche höher sind als die Mitte, wie dies bei entzündlichem Fieber der Fall ist. — Die Oberfläche des Kuchens zeigt meist eine scharlachrothe Färbung, die an den Rändern sich tiefer herabstreckt als in der Mitte. Die Ursache derselben ist die Einwirkung des Sauerstoffs, die selbst durch das Serum hindurch stattfindet. Einigen, doch nur geringen Antheil an dieser Erscheinung kann auch noch der Umstand haben, daß die leichteren und blasseren Blutkörperchen sich oben erhalten. Schultz[1]) glaubt, daß dies durch die Röthung eines in einem verschlossenen vollgefüllten Glase gebildeten Kuchens bewiesen werde; allein alle Röthung findet immer erst nach und nach Statt, lange Zeit nach der Gerinnung und selbst auch da, wo der rasche Eintritt der Gerinnung den Blutkörperchen nicht die Zeit gelassen hat, sich in leichte und schwere zu trennen. Es muß also in einem verschlossenen Glase die vom Blute enthaltene nach oben steigende atmosphärische Luft die Ursache der Röthung sein, gerade so wie der Mangel derselben im untern Theil des Glases die Farbe nach der Gerinnung noch dunkler macht, als dieselbe vorher gewesen.

c) Das Blutwasser ist eine fast ganz klare, schwach grünliche oder gelbliche, etwas klebrige Flüssigkeit. Bei den Menschen und den meisten Thieren ist das Serum gewöhnlich recht klar, besonders bei den Katzen und Kaninchen. Bei den Kälbern ist es meist trübe. Der Grad der Durchsichtigkeit hängt von der Menge der im Serum suspendirten fein vertheilten Fettmoleküle, Lymphkörperchen, Faserstoffschollen und auch Blutkörperchen ab. Der Gehalt an Fett kann übrigens ziemlich groß sein, ohne die Durchsichtigkeit zu vermindern. Ich bin oft überrascht worden, aus einem klaren Serum nach dem Schütteln mit Aether, welcher anfangs eher aufhellt als trübt, eine sehr große Menge Fett ausscheiden zu sehen. Hier war also nachher Fett verseift gewesen. Wo dies Fett, wie bei den Ochsen, ein gefärbtes ist, läßt sich aus der dunkelgelben Färbung des Blutwassers auf seine Quantität schließen. In dem trüben Serum sind die feinen Fettmoleküle unter dem Mikroskop erkennbar. Zuweilen ertheilt die Anwesenheit einer großen Menge derselben dem Serum eine milchige Farbe, die meist ein Zeichen von Krankheit ist, nach einigen Beobachtungen jedoch auch der Gesund-

---

[1]) Hufeland's Journal. 1838. H. IV. S. 8.

heit angehören kann. Hewson hat ein milchiges Serum mehrmals in einem bald nach der Mahlzeit entzogenem Blute gefunden. Gleiches war schon von früheren Aerzten beobachtet worden; auch Autenrieth wiederholt diese Angabe, bezeichnet aber die Zeit, wo das Blut solche Farbe zeigt, als eine viel spätere, 10 — 12 Stunden nach Aufnahme der Nahrung. Ich habe sehr oft bei gesunden Menschen das Blut einige Stunden nach der Mahlzeit untersucht, habe aber nie jene Beschaffenheit des Blutwassers angetroffen. Bei Hunden habe ich zu jeder Zeit des Tages Aderlässe gemacht, ohne einen Unterschied in der Farbe und Klarheit des Blutwassers zu beobachten. Sehr beleibte Menschen scheinen mir am ehesten dazu geneigt. Bei den Gänsen, deren Blutwasser oft milchig, waren es jedoch immer magere, die diese Erscheinung darboten. Chaucet will nach Pflanzenkost, Marcet nach Fleischgenuß, Tulpius nach Milchgenuß diese Veränderung gefunden haben. Bei Hunden hat nach meiner Beobachtung Fleisch- oder Pflanzennahrung keinen Einfluß. Der Genuß von Branntwein, der den Fettgehalt in allen Theilen des Körpers vermehrt, trägt nach Hewson und Traill und auch nach meiner Erfahrung sehr viel dazu bei, dem Blutwasser jene Eigenschaft zu ertheilen. Entziehung der Nahrung bewirkt wahrscheinlich durch Aufnahme des im Körper abgelagerten Fettes ins Blut (und Zersetzung der Blutkörperchen) dieselbe Erscheinung. Dies gab Hewson zuerst an, und Magendie's neuere Beobachtungen über die Wirkung des Hungerns bestätigen diese Vermuthung. Ganz junge säugende Katzen geben nach Schlemm und Mayer ein weißliches Serum. Bei Schwangeren habe ich verhältnißmäßig häufiger als sonst ein trübes Serum gefunden. Entweder hängt diese Erscheinung mit der gleichzeitigen Abmagerung der Schwangeren oder mit einer unvollständigen Blutbereitung zusammen. Kastner d. J. [1]) leitet überhaupt den abnormen Fettgehalt des Bluts von einer abnorm beschleunigten Blutbereitung her. Unstreitig ist dies eine der wichtigsten Ursachen desselben. — Von dem milchigen Serum ist noch das molkenähnliche zu unterscheiden. In diesem habe ich oft das Fett nicht in vermehrter Menge angetroffen, obgleich Christison das Gegentheil versichert. Hunter hatte ganz Recht, wenn er behauptete, daß nicht immer dieselbe Ursache die trübe Beschaffenheit des Blutwassers erzeuge. Es können auch Eiweißpartikelchen im Blute suspendirt sein. Dies sind aber Abweichungen, die der Pathologie angehören [2]). — Die Farbe des Blutwassers hängt außer vom Fett auch von dem gelben Farbestoff ab, der im Serum in einer gewissen Menge normal vorhanden ist und vom Fett schwer getrennt werden kann. Das Blutwasser des Ochsen und der Vögel ist aus diesem Grunde sehr gelb, und das der Schweine äußerst blaß. In der Gelbsucht findet man in Folge des vermehrten Gehalts an Farbestoff sehr stark gelbgefärbtes Blutwasser. Außerdem vermehrt eine geringe Menge Blutroth die gelbe Farbe, eine größere verursacht eine rothe. So kann man dadurch, daß man ein Thier (besonders ein Kalb) viel hungern und viel Wasser ohne Salz saufen läßt, das Blutwasser leicht röthlich machen. Meist sind die unzersetzten Blutkörperchen suspendirt und senken sich mit der Zeit zu Boden (wie in dem rothen Serum des Kalbblutes); in anderen Fällen sind sie in kleinere Körner zerfallen;

---

[1]) Das weiße Blut. Erlangen 1832.

[2]) S. über das Vorkommen des molkenähnlichen Blutwassers meine Schrift: das Blut. S. 264.

vielleicht ist auch das Blutroth zuweilen im Serum aufgelös't, wie es beim Zusatz von Wasser oder bei anfangender Fäulniß geschieht. Schultz [1]) macht darauf aufmerksam, daß das Blutwasser der Schafe leicht eine röthliche Farbe annehme, weil es wenig Salz und viel Wasser enthalte. Denn schon ein Theil Wasser, zu 64 Theilen frischem Blut der Schafe gegossen, hat diese Wirkung, nicht aber beim Blute der Pferde und Ochsen. Ich bin zwar derselben Meinung, nicht bloß das Eiweiß, sondern eben so, und noch stärker, das Kochsalz bindet den Farbestoff an die Blutkörperchen: doch war es mir auffallend, bei der chronischen Fäule der Schafe, wo das Serum ganz ungemein wässerig war, ein farbloses Serum und nicht ein geröthetes zu finden. Der Grund davon ist der, daß das Serum zwar arm an Eiweiß, aber sehr reich an Salzen war. Ich habe über die den Farbestoff bindende Wirkung der Salze einige Versuche angestellt, aus denen hervorgeht, daß nicht alle Neutralsalze dieselbe Wirkung besitzen. Natron carbon.; so wie Natr. nitr. und sulph. röthen, wenn sie dem geschlagenen Blute in ziemlich reichlicher Menge beigemischt werden, das Serum etwas, während Chlornatrium dasselbe aufklärt. Ein durch Auspressen des schon zwei Tage alten, unvollkommen geronnenen Blutkuchens enthaltenes flüssiges Blut schied ein röthliches Serum ab; ich setzte einige Gran Kochsalz zu einer Menge von diesem Blute, und nun trennte sich ein klares und farbloses Blutwasser vom Cruor.

Das Serum so wie das ganze Blut reagirt schwach alkalisch. Nach Herrmann in Moskau läßt sich das Alkali des Bluts durch 1 — 2 Tropfen Essig auf eine Drachme Blut, nach Simon durch 4 Tropfen Essigsäure auf 12 Gramm (= 193 Gran) sättigen. Bei allen Thieren, auch bei den Regenwürmern (nach Hünefeld), ist das Blut alkalisch, wenn auch nicht überall gleich stark, und der reichlichste innere Gebrauch von Säure kann das Blut nicht sauer machen; selbst ein vollkommen neutrales Serum wird nie angetroffen. — Nur im krankhaften, milchigen Blute hat man (Le Canu) zugleich mit dem kohlensauren oder kaustischen Natron, welches mit dem Eiweiß in Verbindung ist, eine freie Fettsäure gefunden. — Die alkalische Beschaffenheit zeigt das Serum auch dann, wenn es noch nicht mit der atmosphärischen Luft in Verbindung gewesen. Ich fing Taubenblut unter Quecksilber auf; das sich ausscheidende Blutwasser färbte das damit in Berührung kommende geröthete Lakmuspapier bläulich. — Noch stärker alkalisch als das frische Serum reagirt das gekochte. — Wo die Ammoniaksalze im Blut prävaliren, könnte, wie Hünefeld bemerkt, wohl für die Ungeübten in Beziehung auf die Reaction des Bluts eine Täuschung entstehen, indem diese auf dem feuchten Lakmuspapier eine Röthung zurücklassen. — Retzius wollte die Entdeckung gemacht haben, daß das Blut der monatlichen Reinigung sauer sei; indessen beruht dasselbe auf einem Irrthum, wie von mehren Seiten (z. B. von Hünefeld) nachgewiesen worden.

Das specifische Gewicht des Blutwassers der Menschen wird von Thackrah auf 1020 — 1040, von J. Davy auf 1021 — 1031 geschätzt. Diese Breite ist für das Normal aber zu weit. Berzelius giebt 1027 — 1029 an. Ich habe ebenfalls 1027 — 1028 als das Mittel gefunden, und sehe als die weitesten Gränzen für die Gesundheit 1025 — 1030 an. Das Blutwasser der Frauen ist etwas leichter als das der Männer,

---

[1]) A. a. O. S. 26.

jenes im Durchschnitt 1026,5 und dieses 1028,5. Die Schwangeren geben nur die geringste Zahl, nämlich 1025 als Mittel. In der Jugend ist das Blutwasser leichter als bei Erwachsenen, des Morgens schwerer als des Abends. Die Aufnahme des Getränkes hat wenig Einfluß; Hungern vermehrt die Dichtigkeit. — Unter den Hausthieren besitzen die Schweine das schwerste Blutwasser (1030 und darüber), die Schafe und Ziegen das leichteste (1025 — 1026); die Ochsen, Pferde und Hunde stehen in der Mitte 1027 — 1028); die Katze (1026) nähert sich den Schafen und Ziegen. Die beigefügten Zahlen sind als Mittel erhalten, denn es kommen nach Alter und Geschlecht, Körperkraft und Nahrung viele Abweichungen vor. — Von den Säugethieren unterscheiden sich die Vögel durch ein viel leichteres Blutwasser; wenigstens fand ich bei Gänsen und Hühnern nur ein specifisches Gewicht von 1022,5 — 1023,6. — Im Ganzen erhellt aus diesen Ausmessungen, wenn wir dieselben mit denen des ganzen Bluts vergleichen, eine große Uebereinstimmung zwischen dem specifischen Gewicht des Bluts und dem des Blutwassers, sowohl bei Menschen wie bei Säugethieren. Diese Thatsache ist sehr interessant. Da aus dem Blutwasser sich die Lymphkörperchen bilden, und die Blutkörperchen sich wieder im Serum auflösen, so sehen wir, daß sich die Menge der Körperchen nach der Dichtigkeit des Blutwassers auf eine ähnliche Weise richtet, wie die Menge der Krystalle nach der Concentration der Salzsoole. In den meisten Krankheiten findet sich das obige Gesetz bestätigt. Man vergleiche z. B. nur das specifische Gewicht beider Flüssigkeiten in der Cholera, bei organischen Herzkrankheiten, und dann wieder in der Wassersucht mit gerinnbarem Urin, in der Harnruhr oder am besten nach starkem Blutverlust. — Manche Abweichungen von diesem Gesetze sind durch einen abnormen Fettgehalt des Blutwassers bedingt, wodurch selbst ein an Eiweiß abnorm reiches Serum eine auffallend geringe Eigenschwere erhalten kann, wie dies Christison gefunden hat.

Das Verhalten des Serums gegen Reagentien ist im Ganzen das des Eiweißes, modificirt durch die Anwesenheit der Salze, besonders des Chlornatriums. Das Blutwasser gerinnt über dem Feuer (jedoch nicht vollständig und nicht überall bei demselben Wärmegrad; Alkali und Zucker verhindern die Gerinnung), durch Weingeist (durch Alkohol zu gleichen Theilen), durch Metallsalze, Chlor, Galläpfelinfusum, Mineralsäuren (falls sie concentrirt sind, sonst nicht einmal durch Salpetersäure; das Präcipitat ist wenigstens wieder löslich im Wasser), durch sehr concentrirtes fixes Alkali; trübt sich durch viel Kochsalz (das Serum der Ochsen eher als das der Menschen) und andere Neutralsalze, besonders bei Sättigung des freien Alkalis im Blute durch eine Säure (doch selbst auch durch Kochsalz mit etwas Ammoniak); ferner durch Aether, durch Verdünnung mit vielem Wasser und häufig auch durch schwache Säuren, wie Essigsäure, Milchsäure, Citronensäure, (ohne daß durch vermehrten Zusatz von Säure die Trübung wieder verschwindet; dabei wird die Klebrigkeit etwas vermindert, und Kohlensäure entweicht in kleinen Bläschen), auch meist etwas durch Kohlensäure (nicht aber bei Zusatz von Essigsäure, Alkali oder Salpeter). — Bei Betrachtung des Zustandes, in welchem das Eiweiß sich im Blutwasser befindet, wird die Ursache dieser Reactionen ihre Erklärung finden.

C. Die chemischen Bestandtheile des Bluts.

Die Zahl der im Blute enthaltenen zusammengesetzten Stoffe und Bestandtheile wird verschieden angegeben. Lassen wir die in demselben diffundirten Gasarten für das Erste unberücksichtigt, so schwankt nach den Angaben der meisten Chemiker die Zahl zwischen 20 — 29. Außerdem giebt es aber noch manche Stoffe, deren Existenz im Blute zweifelhaft ist. Die Menge der einfachen Bestandtheile beläuft sich auf 14. — Die zusammengesetzten Stoffe sind:

1) Wasser;

2) organische Stoffe:
  a) Proteinverbindungen:
    α) Eiweiß,
    β) Globulin,
    γ) Faserstoff;
    außerdem Spuren von Käsestoff;
  b) Farbestoffe:
    α) Hämatin (und Blutbraun),
    β) gelber Farbestoff (der blaue ist zweifelhaft);
  c) Fette:
    α) drei verseifte Fette,
    β) drei nicht verseifte;
  d) Extractivstoffe:
    α) im Wasser lösliche,
    β) im Weingeist lösliche,
    γ) im Alkohol lösliche;
    außerdem Speichelstoff und Harnstoff in Spuren;

3) Salze und Erden:
  a) alkalinische Salze (4 — 7 Arten): Natron und Kali, vielleicht auch Ammoniak, mit
    α) Chlor,
    β) Milchsäure,
    γ) Kohlensäure,
    δ) Phosphorsäure,
    ε) Schwefelsäure;
  b) erdige Salze: aus Kalk und Magnesia mit Phosphorsäure, Kohlensäure und Schwefelsäure;
    (ob kaustische Alkalien und Erden im Blute vorhanden sind, ist nicht ausgemacht)
  c) etwas Kieselsäure.

Die einfachen Stoffe des Bluts sind: 1) Sauerstoff, 2) Wasserstoff, 3) Stickstoff und 4) Kohlenstoff; 5) Natrium und 6) Kalium; 7) Calcium und 8) Magnesium; 9) Chlor, 10) Phosphor und 11) Schwefel; 12) Eisen und

13) Spuren von Mangan; 14) Kieselerde. — Aus den ersten vier Stoffen zugleich mit Phosphor, Schwefel, Kalk und Eisen sind die organischen Stoffe zusammengesetzt; die anderen dienen in der Form von Salzen als Lösungsmittel jener im Wasser. — Außer den genannten einfachen Stoffen war Titansäure von Rees vermuthet worden; Marchand so wie Valentin und Brunner zeigten aber die Unrichtigkeit dieser Vermuthung. Es ist auffallend, daß Arsenik sich nicht im Blute findet, da dieser doch nach Orfila aus Knochen und Muskeln durch den Marsh'schen Apparat soll dargestellt werden können.

In Betreff der nachfolgenden quantitativen Bestimmungen erwähne ich, daß alle sich auf 1000 Theile Blut beziehen. Die älteren Angaben findet man vollständig in meiner frühern Schrift zusammengestellt. Der Raum gestattet nicht, hier alle zu wiederholen. Die neuen Analysen habe ich auf diese Weise benutzt, daß ich da, wo mehre von einem Chemiker vorlagen, ein Mittel aus denselben zog.

Die für die Analyse des Menschenbluts benutzten Schriftsteller sind: Berzelius Lehrbuch der Chemie. Dritte Auflage. 9ter Band. A. d. Schwedischen von Wöhler. Dresden und Leipzig 1840.

P. S. Denis, Recherches expérimentales sur le sang humain considéré à l'état sain. Paris 1830. (Enthält zahlreiche Analysen, die jedoch nach einer Methode angestellt sind, welche der Verf. später zum Theil verworfen hat.) — Derselbe Essai sur l'application de la chimie à l'étude physiologique du sang de l'homme et à l'étude physiologico-pathologique, hygiénique et thérapeutique des maladies de cette humeur. Paris 1838. (Vorzüglich wichtig wegen der Angaben, die einzelnen Bestandtheile des Bluts darzustellen. Zugleich ist darin eine Analyse des Bluts nach der verbesserten Methode enthalten.)

Le Canu in den transactions médicales, journal de médecine pratique et de la littérature médicale. Paris. T. VI. (Sehr genaue Bestimmungen der Hauptbestandtheile des Bluts nach Geschlecht und Temperament. Außerdem zwei ausführliche Analysen.) — Derselbe Études chimiques sur le sang humain. Thèse. Paris 1837. (Liefert außer der Wiederholung der früheren Leistungen des Verfassers höchst schätzenswerthe Untersuchungen über das Haematin.)

Mulder in dem Bulletin des sciences phys. et naturelles de Néerlande. 1839. T. I. (Enthält die wichtigen Entdeckungen über das Protein und Untersuchungen über das Hämatin.)

J. F. Simon, im Archiv der Pharmacie 1839. B. XVIII. S. 35. (Giebt sehr genaue, dem jetzigen Standpunkte der Chemie entsprechende Analysen des gesunden und kranken Bluts.) — Derselbe, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Berlin 1840. B. I. (Beschreibung der einzelnen Bestandtheile des Bluts, nebst einzelnen quantitativen Bestimmungen. Der zweite das Blut speciell behandelnde Theil ist leider noch nicht in meinen Händen.)

Th. Richardson on the chemical composition of human blood in Thomson's Records of general science. Vol. IV. p. 116. (Eine schätzenswerthe Untersuchung von gesundem Menschenblut.) — Außerdem die schon citirten Werke von Thackrah [neue Ausgabe], Schultz und mir.

Die Schriften über das Thierblut werde ich weiter unten angeben.

Wir theilen die Bestandtheile des Bluts ein 1) in Wasser, 2) in aufgeschwämmte und 3) in aufgelös'te Bestandtheile.

I. Wasser.

Vor Haller schwankten die Angaben des Gehaltes an Wasser zwischen 630 — 930, jetzt zwischen 730 und 815. Le Canu bestimmte früher die Breite von 768,625 — 853,135 und gab in seiner letzten Schrift als Mittel 790,3707 an. Denis hatte früher wegen Anwendung einer schlechten Methode zu wenig Wasser gefunden, wie er selbst gesteht; jetzt berechnet er es auf 792,4 — 825,3. Ich habe früher aus 8 Fällen gesunder Männer und Weiber die Zahl 794,2 (768 — 798) erhalten, aus 4 neuen 792,9. Unter den neuesten Analysen erwähne ich nur die von Simon mit 791,0 — 798,6 und von Richardson mit 785,89 Wasser. — Das Blut der Frauen ist etwas reicher an Wasser (Le Canu, Denis), nach meiner Berechnung um 3,0 — 4,0. Besonders auffallend wässerig ist gewöhnlich das der Schwangeren (nur die Angaben von Thackrah sprechen dagegen). In der Kindheit zeigt sich der Gehalt an festen Bestandtheilen geringer als späterhin (Denis, ich), bei Thieren ist dieser Unterschied sehr beträchtlich (Berthold). Das Blut des Embryo zeichnet sich nach Denis durch sehr geringen Wassergehalt aus; ich habe bei Thieren diese Beobachtung nicht bestätigt gefunden; das Blut des Embryo war im Gegentheil leichter als das des Mutterthieres. Das lymphatische Temperament hat nach Le Canu ein Blut mit viel Wasser, die robuste Constitution dagegen sehr wenig. Schultz [1]) behauptet, auf directe Versuche an Ochsen gestützt, daß durch die Aufnahme von Wasser in den Magen der Wassergehalt des Bluts um 57,0 im Mittel steige. Denis [2]) läugnet dagegen jede Veränderung bei den Menschen. Bei Hungern ohne Entziehung des Getränkes nimmt das Wasser relativ zu den festen Bestandtheilen sehr zu. — Ueberall, wo die Aufnahme nährender Stoffe in dem Körper mangelhaft von Statten geht, sei es, weil hinlängliche Nahrung fehlt, oder weil die Verdauungskraft gesunken ist, enthält das Blut mehr Wasser und weniger feste Bestandtheile. Ein jedes Fieber liefert davon einen Beweis, indem mit Zunahme der Krankheit auch die Menge des Wassers im Blute sich vermehrt; die unvollständige Hämatose in der Chlorose bedingt ein sehr wasserreiches Blut. Zweitens steigert sich bei colliquativen Ausleerungen auffallend der Wassergehalt; so im Diabetes und in der Schwindsucht. Eben so in der Wassersucht, besonders in der mit gerinnbarem Urin. Wo die Ausleerungen sehr wässerig sind und sehr rasch erfolgen, kann hingegen eine Zunahme der festen Bestandtheile bemerkbar werden. So in der acuten Form der Cholera, nicht aber in der langsamen. Drittens vermehrt Unterdrückung der Nierenthätigkeit ebenfalls den Wassergehalt. — Nur wo der Blutumlauf verlangsamt ist, nimmt das Wasser im Blute ab. So fand ich auffallend wenig Wasser im Blute der meisten chronischen Herzkrankheiten. — Ueberall, wo das Wasser an Menge zunimmt, vermindert sich meist gleichzeitig die der Blutkörperchen und des Eiweißes. Bei Betrachtung dieser beiden Bestandtheile des Bluts wird man noch einiges Nähere über deren Abnahme in Krankheiten finden.

Prévost und Dumas haben das Verdienst, zuerst das Blut der

---

[1]) Hufeland's J. 1838. H. IV. S. 291.
[2]) Essai. p. 250.

Hausthiere näher untersucht zu haben [1]). Darauf stellte Berthold [2]) mehre Analysen an. Ich habe in der letztern Zeit der Untersuchung des Thierbluts viel Sorgfalt zugewandt und bei jeder Thierart 3 — 8 Analysen angestellt. Leider sind in diesem Augenblick noch nicht alle vollendet, so daß die Angaben in diesem Aufsatze noch nicht die Vollständigkeit und Genauigkeit besitzen, die ich in kurzer Zeit denselben zu geben im Stande sein werde. Ich kann hier nur Bruchstücke aus einer der Vollendung nahen Arbeit mittheilen. — Auch sind von Hering [3]) und Simon [4]) einige Angaben vorhanden, die ich mit denen von Prévost und Dumas, von Berthold und mir hier folgen lasse.

Nach Prévost und Dumas:		nach Berthold:		nach Hering:		nach mir:	
Aalraupe	886,2	Frosch	906,0	Schaf	841,2	Ziege	848
Frosch	884,6	Karpfen	859,4	Pferd	831,6	Schaf	847
Forelle	863,7	Ziegenlamm	837,4	Rind	794,9	Krähe (krank)	829,8
Aal	846,0	Hammel	829,0			Kalb	825
Kaninchen	837,9	Taube	820,8	nach Simon:		Kaninchen	821
Schaf	829,3	Huhn	804,1	Schleie	900,0	Pferd	820
Kalb	826,0		793,8	Karpfen	872,0	Katze	807
Pferd	818,3	Kalb	800	Kröte	843,3	Ochs	793
Ziege	814,6	Ochs	790,7	Ochs	795,0	Hund	791
Hund	810,7	Katze	755,5	Kalb	777,3	Igel	783
Reiher (krank)	808,2	Hund	752,0	Pferd	773,3(?)	Schwein	773
Taube	797,4	Schwein	750,6			Taube	774
Rabe	797,0					Huhn	770
Katze	795,0						
Meerschwein	784,8						
Huhn	779,9						
Schildkröte	778,5						
Affe	776,0						
Ente	765,2						

Das Wasser ist zu einem Theil auch in den Blutkörperchen eingeschlossen, doch läßt sich nicht genau ermitteln, in welcher Menge, weil jene vom Serum nicht ganz getrennt werden können. Entweder laufen sie wegen der schleimigen Beschaffenheit des Bluts mit durch das Filtrum, oder es bleibt ein Theil des Serums mit auf dem Filtrum zurück.

Im Serum werden als Mittel 880 — 956 Theile Wasser angegeben. In der Regel beläuft sich dasselbe nach meiner Berechnung gegen 905 bis 906. Le Canu berechnete dasselbe aus den Analysen verschiedener Chemiker auf 909,331. Nach dem Geschlecht ist wenig Unterschied. Das Serum der Schwangeren fand ich etwas wässeriger.

Von Prévost und Dumas so wie später auch von Berthold ist das Wasser des Serums verschiedener Thiere bestimmt worden. Bei den Hausthieren habe ich ebenfalls Messungen dieser Art angestellt. Ich stelle hier die 3 Reihen zur Vergleichung neben einander. Die von Berthold angegebenen Verhältnisse habe ich auf 1000 reducirt.

---

[1]) Bibliothéque universelle, a. a. O.

[2]) Beiträge zur Anatomie, Zootomie und Physiologie. Göttingen 1831.

[3]) Physiologie für Thierärzte. Stuttgart 1832.

[4]) In den oben citirten Schriften.

Nach Prévost u. Dumas:		nach Berthold:		nach mir:	
Frosch	950	Frosch	958	Gans	933
Taube	945	Taube	950	Huhn	931
Rabe	934	Karpfen	948	Kalb	925
Reiher	932	Huhn	931	Ziege	922
Aalraupe	931	Hund	925	Schaf	918
Hund	926	Hammel	923	Katze	915
Huhn	925	Ziegenlamm	917	Pferd	914
Forelle	923	Ochs	916	Hund	912
Schaf	915	Katze	914	Ochs	908
Affe	908	Kalb	908	Schwein	905
Ziege	907	Schwein	899		
Schildkröte	904				
Ente	901				
Pferd	901				
Kalb	901				
Meerschweinchen	900				
Aal	900				
Kaninchen	891				

Manchen Widerspruchs zwischen diesen Angaben ungeachtet folgt doch hieraus, 1) daß das Serum der Vögel und Frösche mehr Wasser enthält als das der Säugethiere; 2) daß unter diesen die Schafe und Ziegen das wässerigste, und die Schweine das dickste Blutwasser besitzen.

II. Aufgeschwämmte Bestandtheile: Blutkörperchen, Cruor, Blutroth.

Die frühere Methode, den Cruor von den aufgelös'ten Bestandtheilen des Bluts abzuscheiden, bestand darin, daß man alle Flüssigkeit vermittelst Löschpapier sorgfältig aus dem Blutkuchen auszog; immer blieb aber noch außer dem Faserstoff ein Theil Serum in demselben eingeschlossen, das auch durch Engelhart's Vorschlag, die Lösung des Blutroths nachher nur bis 75° C. zu erhitzen, wo sich nur das Blutroth, nicht das Eiweiß niederschlagen soll, nicht gänzlich entfernt wird. Nach Berzelius' Methode mischt man das geschlagene Blut mit einer großen Menge einer concentrirten Lösung von Glaubersalz und filtrirt dasselbe nach einiger Zeit. Die Blutkörperchen bleiben auf dem Filtrum, während das Serum durchläuft. Doch ist auch dies keine genügende Trennung beider Bestandtheile des Bluts, denn das dickliche rothe Magma des Filtrums enthält immer noch Eiweiß. Bei dem Auswaschen des vom Serum befreieten Blutkuchens im Wasser bleibt der Faserstoff auf der Leinwand zurück; die Blutkörperchen sind bis auf ihre in der Lösung aufgeschwämmten Hüllen im Wasser gelös't. — Eine noch bessere Methode, beide Stoffe zu scheiden, wäre unstreitig, die wässerige essigsaure Lösung des Blutroths mit Ammoniak genau zu neutralisiren, wodurch zwar das Blutroth, aber nicht das Eiweiß nach Berzelius' Angabe gefällt wird. Im Blutwasser ist das Blutroth nicht löslich (siehe oben »Blutkörperchen«), aber wohl in reinem Wasser. Diese Lösung gerinnt bei 66,5° C. zu einer ziegelrothen Masse, durch Alkohol zu einer scharlachrothen. Erden und Metalloxyde so wie Gerbestoff bilden mit dem Blutroth unlösliche Verbindungen, Säuren und Alkalien lösliche. Das essigsaure Blei schlägt eine bei dem Auswaschen weiß werdende Masse nieder, der Farbe-

stoff bleibt aber in Verbindung mit der Essigsäure aufgelös't. Das durch Hitze coagulirte Blutroth verhält sich fast ganz wie Faserstoff, ist nur etwas löslicher im Wasser. Auch in seiner Zusammensetzung weicht es von dem Faserstoff wenig ab; nur enthält es etwas mehr Stickstoff. Die neueste Analyse von Mulder lautet:

Kohlenstoff . . .	55,5
Wasserstoff . . .	7,35
Stickstoff	16,07
Sauerstoff . . .	21,08

Die Asche des Blutroths hat Berzelius untersucht. Sie beträgt bei Menschen und Ochsen $1^1/_4$ — $1^1/_3$ Proc. des getrockneten Blutroths und ist folgendermaßen zusammengesetzt:

	von Menschenblut	von Ochsenblut
Eisenoxyd	0,5 . . .	0,5
phosphorsaures Eisenoxyd	0,1 . . .	0,75
kohlensaures Natron (mit Spuren von phosphors.)	0,3 . . .	?
reine Kalkerde	0,2 . . .	0,2
phosphorsaurer Kalk	0,1 . . .	0,06
Kohlensäure und Verlust	0,1 . . .	0,165
	1,3 . . .	?

In dieser Asche hat Wurzer auch Mangan gefunden. Früher betrachtete man das Blutroth als einen einzigen Stoff, den man bloß von den in Wasser unlöslichen Bestandtheilen des Bluts, den Hüllen und Kernen zu scheiden habe; späterhin sah man aber ein, daß auch der lösliche Theil der Blutkörperchen Eiweiß enthalte. Man versuchte nun eine Menge Methoden, um diese Substanzen von einander zu scheiden, und erhielt so einen mehr oder weniger von den unlöslichen Theilen und auch von dem gelös'ten Eiweiß reinen Blutfarbestoff. Bei den Scheidungen vermittelst Alkohol blieb jedoch immer noch ein Theil des Salz-Albuminats mit aufgelös't; reiner war der von Sanson durch Schwefelsäure gewonnene Farbestoff. Endlich gelang es Le Canu, das Blutroth in einen farblosen, eiweißähnlichen und in einen rothen Stoff zu zerlegen, indem er das Blutroth zuerst mit Alkohol und Schwefelsäure und darauf mit Alkohol und Ammoniak auszog. Jenen Stoff nannte er Eiweiß, diesen Hämatosine; Berzelius gab jenem den Namen »Globulin,« diesem den Namen »Hämatin«. Letzterer Stoff ist nach Le Canu nur zu 1,7 in 100 Theilen Blutroth (den Faserstoff rechnet er mit zum Blutroth) vorhanden. Berzelius berechnete aus dem gefundenen Eisengehalt des Blutroths, der nach Le Canu nur mit dem Hämatin, und zwar in festen Verhältnissen verbunden sein soll, das Blutroth bei den Menschen als zusammengesetzt aus 94,5 Globulin und 5,5 Hämatin, bei den Ochsen aus 95,7 Globulin und 4,3 Hämatin. Denis schätzte das letztere bei Menschen zu 2,0 (mit Inbegriff des Eisens) auf 100 Theile Cruor; Simon fand aber 6,5 und 5,3 als die normale Menge bei Menschen, in Krankheiten bald weniger, bald mehr, zwischen 3,3 u. 8,5.

Was die quantitativen Bestimmungen des Blutroths anbelangt, so besitzen wir folgende: Le Canu begreift in 132,4906 (115,85 — 148,45) den Faserstoff mit ein. Wenig weicht davon Richardson (134,780) ab. Das Mittel nach Denis' früheren Angaben wäre 145,95; nach seiner letzten Berichtigung bestimmt er für beide Geschlechter die Breite auf 82,9 bis

119,4. Dies ist auch ungefähr die Menge nach Simon (106 — 113). Prévost und Dumas geben 129 an. — Der Grund dieser großen Verschiedenheiten der Angaben liegt offenbar in der Methode, indem das Blutroth bald mehr, bald weniger rein dargestellt wurde; bei der frühern Darstellungsweise nach Berzelius und Engelbart (durch Erhitzung des verdünnten Bluts bis auf 52° R.) präcipitirt immer zugleich eine gewisse Menge Eiweiß. Aus diesem Grunde sind Le Canu's und Denis' frühere Angaben zu hoch. — Eine Differenz nach dem Geschlecht ist von Allen anerkannt. Nach Le Canu beläuft sich das Mehr bei Männern auf 16,6 im Mittel, nach Simon (in einer einzigen vergleichenden Analyse) auf 6,2. Der frühern Angabe der genannten Chemiker, daß im mittlern Lebensalter die Menge der Blutkörperchen am größten, in der Jugend am geringsten ist, widerspricht die neueste von Simon [1]). Nach ihm soll der die Blutkörperchen bildende Stoff (von ihm Hämato-Globulin genannt) sich bei Kindern in größerer Menge vorfinden. Wahrscheinlich ist aber hier ein Irrthum vorgefallen, vielleicht deßhalb, weil das gelös'te Eiweiß, welches bei Kindern zum Theil dem Käsestoff ähnlich ist, zum Globulin von ihm gerechnet ward. — Das sanguinische Temperament soll nach Denis mehr als das lymphatische besitzen; richtiger lautet aber wohl die Bestimmung so: die robuste Constitution übertrifft an Gehalt der Blutkörperchen jedesmal die schwache. In der Schwangerschaft fand ich die Menge vermindert. Durch Hungern, Krankheit, Aderlassen wird eine Abnahme unverkennbar. Wir haben noch wenig genaue Bestimmungen der Menge des Cruors in Krankheiten. Andral und Gavarret wollen sie nur in der Bleichsucht vermindert gefunden haben, und allerdings ist hier die Abnahme größer als irgendwo sonst, wie schon Jennings gezeigt: aber es giebt wohl keinen Zustand mit geschwächten Kräften, in welchem nicht die Blutkörperchen an Menge abnehmen. Namentlich ist dies der Fall in der Schwindsucht (Reid Clanny), in der Wassersucht mit gerinnbarem Urin (Simon), in anhaltenden Fiebern (Jennings), in Scharlachfiebern (Le Canu), in typhösen Fiebern (Le Canu), in mehren Entzündungen (nach Le Canu besonders bei Herzentzündungen). Nach dem zuletzt genannten Chemiker gehört auch die Gelbsucht(?) und Blausucht(?) hierher. Ich habe bei organischen Herzfehlern die Menge des Blutroths fast durchgängig vermehrt gefunden. Daß überall bei aufgeregten Kräften, wie Le Canu glaubt, eine Zunahme bemerklich sei, steht sehr in Zweifel. Nur in der Cholera ist bis jetzt eine sehr beträchtliche Vermehrung nachgewiesen.

Die Vergleichung der Bestimmungen des Cruors bei Thieren nach den verschiedenen Schriftstellern zeigt am deutlichsten, wie unvollkommen dieselben bis jetzt noch gewesen. Berthold hat unter Allen die meisten Thiere untersucht, aber auf seine Angaben ist leider am wenigsten positiver Werth zu legen, da er bei Menschen die Menge der Blutkörperchen zu hoch (auf 150,0 und 180,5) berechnet, was offenbar die Anwendung einer unvollkommenen Methode anzeigt. Einen relativen Werth können seine Angaben indessen doch haben; nur besitzt leider eine einzige Analyse wenig Gültigkeit. Meine Bestimmungen des Cruors der Thiere sind noch nicht vollendet. Hier folgen die Angaben 1) von Prévost und Dumas, 2) von Berthold und 3) von Simon.

---

[1]) Handbuch d. Chemie I. S. 325.

1) Huhn . . .	157,1	Pferd .	92,0	2) Hund . . .	181,6	3) Pferd .	109,231
Taube . . .	155,7	Kalb . .	91,2	Katze	169,3	Ochs .	90,171
Schildkröte	150,6	Frosch .	69,0	Schwein . .	160,9	Kröte .	29,753
Ente	150,1	Forelle .	63,8	Ochs	130,1	Karpfen	24,635
Rabe	146,6	Aal . . .	60,0	Huhn . . .	124,6	Schleie	15,650
Affe	146,1	Aalraupe	48,1	—	121,7		
Reiher . . .	132,6			Taube . . .	119,3		
Hund	123,8			Kalb	113,4		
Meerschwein	122,8			Hammel . .	96,9		
Ziege	102,0			Ziegenlamm	83,3		
Kaninchen .	95,8			Karpfen . .	82,3		
Schaf . . .	93,5			Frosch . . .	45,8		

So viel scheint doch wenigstens erwiesen zu sein, daß die Vögel in einer gleich großen Blutmenge nicht weniger Cruor besitzen als die Vierfüßer, und daß die kaltblütigen Thiere alle (mit einer einzigen Ausnahme) an diesem Bestandtheile viel ärmer sind als die warmblütigen.

Wir betrachten nun die einzelnen Bestandtheile des Cruors, 1) Globulin, 2) Hämatin, 3) Faserstoff, Fett und Salze, für sich.

1) Globulin.

Das Globulin (Blutkäsestoff nach Simon) ist von Mulder in seiner Verbindung mit Schwefelsäure analysirt und dem Protein sehr ähnlich befunden worden. Berzelius erklärte es für verschieden vom Eiweiß, weil es nicht wie dieses im salzhaltigen Blutwasser, aber wohl in reinem Wasser löslich sei, und weil es bei dem Gerinnen über dem Feuer keine Flocken, noch dichte Gerinnsel, sondern eine körnige Masse bilde. In Beziehung auf den ersten Punkt ist zu erwähnen, daß es, gelinde eingedampft, sich zugleich mit dem Eiweiß in kochsalzhaltigem Wasser noch löſ't. Simon fand, daß es durch Essigsäure in der Brütwärme gerinnt, auch mit Milchzucker versetzt durch Kälberlab mit der Zeit dieselbe Veränderung erleidet, und daß es bei dem Abdampfen sich mit einer Haut überzieht. Er schloß daraus, daß das Globulin Käsestoff sein müsse; Berzelius macht es aber wahrscheinlich, daß es außer Schwefel auch Phosphor enthalte, und Hünefeld wies letzteren nach. Das Milchcasein unterscheidet sich aber von dem Eiweiß nach Mulder hauptsächlich durch den Mangel an Phosphor. Wahrscheinlich bildet also dieser Stoff eine Mittelstufe zwischen Käsestoff und Eiweiß, wie es deren mehre giebt. Ganz rein von Haematin läßt es sich nicht darstellen; seine Asche giebt außer phosphorsaurem Kalk immer auch noch Eisenoxyd.

Quantitative Bestimmungen desselben im Blute sind bis jetzt nur von Simon gemacht worden. Bei seiner Methode, es durch Ausziehung des ganzen Bluts mit kochendem Alkohol von 0,915 zugleich mit dem Hämatin zu gewinnen, von dem es, nachdem sich beide Stoffe nach dem Erkalten des Alkohols niedergeschlagen haben, durch Schwefelsäure und Alkohol getrennt wird, hat er zwar die Kerne der Blutkörperchen nicht mit erhalten, aber wahrscheinlich dasjenige käsestoffartige Eiweiß mit ausgezogen, welches im Blutwasser aufgelöſ't ist. Dadurch kam es denn, daß er bei Kindern und Kälbern eine größere Menge Globulin gewann als bei erwachsenen Menschen und Ochsen, während doch leicht nachweisbar ist, daß die Blutkörperchen in der Jugend in geringerer Menge als nach Ausbildung des Körpers vorhanden sind. Bei einem jungen Mann betrug das Globulin 105,165,

bei einem erwachsenen Mädchen 100,890. Bei einem Pferde nahm durch Hungern die Menge dieses Bestandtheiles beträchtlich ab. Auch in Krankheiten fand sich eine Verminderung des Globulins, in der Lungenschwindsucht 74,948, in der Pneumonie 52,071 und in der Brightschen Krankheit im Durchschnitt 51,71. — Aus Thierblut erhielt er folgende Mengen: Kalb 105,925, Pferd 104,821, Ochs 83,836, Kröte 21,860, Karpfen 21,410, Schleie 13,800.

2) Hämatin.

Das Hämatin (Hämatosine nach Le Canu) ist eigentlich schon von L. Gmelin entdeckt, von Le Canu aber erst als ein besonderer Stoff in seiner Reinheit dargestellt worden. Mulder, Berzelius, Hünefeld und Simon haben die Angaben Le Canu's bestätigt gefunden und zum Theil Verbesserungen in der Darstellungsweise bekannt gemacht. Das Hämatin ist im Wasser und Alkohol unlöslich, aber als alkalische Verbindung in beiden, als saure auch im Wasser, nicht aber im Alkohol löslich. Unbekannt ist es, wodurch es im Blute zu einer im Wasser löslichen Verbindung wird; vielleicht daß es durch seine Verbindung mit dem Globulin diese Eigenschaft erhält. Gegen Kalichlorat verhält es sich indifferent. Wie Mulder gezeigt hat, ist es keine Proteinverbindung, sondern besteht aus

Kohlenstoff . .	65,84
Wasserstoff . .	5,37
Stickstoff . . .	10,40
Sauerstoff . .	11,75
Eisen	6,64

Seine Menge in 1000 Theilen Blut ist von Le Canu zu gering angegeben, zu 2,27. Simon fand bei einem jungen Mann 7,181 und bei einem Mädchen 5,237. Durch Hungern nimmt die Menge ab. In Krankheiten vermindert sie sich; in der anfangenden Phthisis selbst bis zu 2,466. Simon fand bei dem Ochsen 6,335, bei dem Pferde 4,410 und bei der Kröte 7,893; das Blut von Karpfen gab 3,225, von Schleien 1,850.

Eisengehalt des Hämatins und des ganzen Bluts. Le Mery machte zuerst die Entdeckung, daß Eisen im Blut sei, indem getrocknetes Blut von dem Magnet angezogen wurde. Darauf fing man an, die Menge dieses Metalls im Blute zu überschätzen, so daß Menghini meint, man könne wohl aus dem Eisen des Bluts Nägel, Schwerter und andere Instrumente schmieden. Deyeux und Parmentier wollten aus dem Blute berühmter Männer eine Denkmünze schlagen lassen. Indessen reicht auch dazu das Eisen des Bluts nicht einmal aus, besonders nicht, wenn wir bei der Berechnung die Angaben Le Canu's und Denis' zu Grunde legen. Nach Ersterm ist nur 0,227 Eisenoxyd (= 0,161 metallisches Eisen), nach Letzterm noch weniger, nämlich 0,202 (0,165 — 0,238) Eisenoxyd in 1000 Theilen Menschenblut. Offenbar haben sich diese Chemiker versehen, indem sie nur aus dem Hämatin und nicht aus dem ganzen Blute das Eisen darstellten. Die früheren Bestimmungen von Denis (0,9 bei Männern und 0,7 bei Frauen) kommen der Wahrheit viel näher. — Nach Berzelius liefern 100 Theile Cruor 0,6 Eisenoxyd (mit Inbegriff des phosphorsauren Eisens), und 100 Theile Cruor befinden sich ungefähr in 1000 Theilen Blut. Richardson giebt an 1,021 Subsesquiphosphat und 0,203 Peroxyd, also, da 1,021 von jenem gleich sind 0,625 von diesem, 0,828 Eisenoxyd. Zu erinnern ist hier nur, daß, wie die Kieselerde vom

Eisen von ihm abgeschieden sei, in der sonst detaillirten Analyse nicht erwähnt wird. Ich habe durch Calcination des ganzen Bluts und Aufschließen der Asche durch Natron, Lösung des ausgewaschenen Rückstands durch Salzsäure und Fällung mit Ammoniak das Eisen erhalten, so rein wie möglich von phosphorsaurem Kalk und Kieselsäure, welche letztere durch Eindampfen der salzsauren Lösung in die unlösliche Form verwandelt worden war. Bei dem Mann erhielt ich 0,832 Eisenoxyd, bei der Frau 0,779 (Mittel aus 4 Analysen). Nehmen wir nun 0,8 Eisenoxyd oder 0,555 Eisenmetall auf 1000 Theile Blut und 20 Pfd. Blut auf einen Menschen an, so giebt dies 92,16 Gran Eisenoxyd oder 63,936 Eisenmetall auf einen Menschen; also kommen 1,11 Pfd. Med. Gew. von letzterm auf 100 und gerade 111 Pfd. auf 10000 Menschen.

Das Thierblut bildet nach meinen Untersuchungen folgende Reihe:

Hund (Männchen)	0,833	(2 Analysen)
Gans	0,812	
Schwein . . .	0,782	
Huhn	0,765	(2 Analysen)
Ochs	0,717	(2 Analysen)
Pferd	0,697	
Hammel . . .	0,671	
Katze	0,610	(2 Analysen)
Truthahn . . .	0,568	
Ziege	0,469	(3 Analysen)

Das Geschlecht ergab auch bei den Hunden eine, und zwar beträchtliche Differenz: bei dem Männchen betrug die Menge 0,832, bei dem Weibchen 0,591. Bei jungen Hunden und Kälbern fand ich weniger als bei alten Thieren. In den Krankheiten der Thiere, Rotz und Fäule, war die Menge vermindert. Ein Schaf mit Fäule gab nur 0,338 Eisenoxyd.

Das Eisen sitzt in den Blutkörperchen; das Serum liefert keine eisenhaltige Asche. Im Globulin sind nur Spuren von Eisen zu finden, alles übrige ist mit dem Hämatin verbunden. Le Canu hat den Eisengehalt als einen wesentlichen Bestandtheil dieses Stoffes nachgewiesen. Auf welche Art und Weise er auch den Blutfarbestoff, rein oder unrein, darstellte, immer erhielt derselbe Eisen. Brande, Vauquelin und Sanson hatten auffallender Weise dem Farbestoff des Bluts den Eisengehalt abgesprochen, aber schon Rose und dann Berzelius widersprachen dieser Behauptung. Le Canu wußte sich aus dem Laboratorium von Vauquelin etwas von dem nach Vauquelin's Methode dargestellten Farbestoff zu verschaffen und fand denselben stark eisenhaltig. Das reine aus Menschenblut gewonnene Hämatin giebt nach Le Canu 10,0% Eisenoxyd (gleich 6,93 Eisen). Die übrigen Analysen von ihm und Andern gaben bald mehr, bald weniger, nämlich Hämatin von

Ochsen	nach Le Canu	12,805	(Mittel aus 2 Analysen)
»	» Simon	11,50	
»	» Mulder	9,71	(Mittel aus 2 Analysen)
Hammel	» »	9,30	
Huhn	» Le Canu	8,34	

Also im Durchschnitt enthält das Hämatin 10,151% Eisenoxyd. Berzelius und Simon meinen, daß man aus dem Eisenoxyd am besten die Menge des Hämatins bestimmen könne; dies setzt aber voraus, daß die Verbindung eine stöchiometrische sei, was doch nicht der Fall zu sein scheint,

obwohl das Eisen nicht aus dem Hämatin entfernt werden kann, ohne daß dasselbe zerstört wird. — Ueber die Art der Verbindung sind wir noch sehr im Unklaren. Möglich wäre, daß, wie Phosphor und Schwefel mit dem Protein, das Eisen sich ebenfalls mit einem Radical, welches jedoch anderer Art als das Protein ist, verbindet. Nach Mulder soll wahrscheinlich das Eisen metallisch in dem Hämatin sich befinden. — Wichtiger noch als dies wäre es zu wissen, in welchem Zustand das Eisen in dem aufgelös'ten Blutroth sei, denn bei der Darstellung des Hämatins mit Hülfe der Schwefelsäure muß es natürlich einen dem frühern ganz verschiedenen Zustand annehmen. Hierüber lauten aber die Meinungen sehr verschieden. Berzelius hielt es früher für am wahrscheinlichsten, daß das Eisen in metallischem Zustande im Blute sich befinde, und Le Canu ist derselben Ansicht. Die übrigen Chemiker theilen diese Ansicht nicht und glauben meist, daß es in oxydirtem Zustande, und zwar als Oxydul, worin jede thierische Substanz das Eisenoxyd verwandelt, und zum Theil auch als Eisenphosphat sich vorfinde. Die Gründe hierfür möge man bei Fr. Arnold [1]), Hünefeld [2]) und Simon [3]) nachsehen. Indessen sind hierüber die Acten noch keineswegs geschlossen. Die Frage ist deßhalb eine der schwierigsten Probleme der organischen Chemie, weil das Eisen des Blutroths auf kein einziges der empfindlichen Reagentien gegen dieses Metall eine Reaction zeigt. Obgleich indessen an der Anwesenheit einer ziemlich großen Menge Eisen im Blutroth und in dem Hämatin nicht mehr gezweifelt werden kann, so ist es doch noch keineswegs ausgemacht, ob die rothe Farbe des Bluts von dem Gehalte desselben an Eisen herrühre. Die Nothwendigkeit, daß das Eisen die Farbe erzeuge, ist nicht einzusehen, da das Eisen im Chylus vorhanden ist, ohne diesen zu röthen, und die pflanzlichen rothen Farbestoffe nicht diesem Metalle ihre Farbe verdanken. Wenn man früher glaubte, der geringe Eisengehalt des schön rothen Vögelbluts könne als ein Beweis gegen die Entstehung dieser Farbe aus dem Eisen angesehen werden, so war dies, wie ich gezeigt habe, ein Irrthum, indem jenes Blut sehr reich an Eisen ist. Arnold behauptet, daß man die Blutfarbe hervorbringen könne durch Digestion von Eiweiß mit Eisenoxyd. Dies wäre sicher von großer Wichtigkeit; mir ist jedoch der Versuch bei mehrfacher Wiederholung nicht gelungen; die Farbe war schmutzig gelbröthlich. Der wichtigste Einwurf gegen die gewöhnliche Ansicht, nach welcher die Farbe durch das Eisen bedingt wird, ist unstreitig der, daß man aus dem getrockneten Blute das Eisen ausziehen kann, ohne die Farbe zu zerstören. Zwar gelingt dies nicht bei dem Hämatin und nach Berzelius auch nicht bei dem Blutroth, allein Hünefeld zeigte neuerdings, daß letzteres dennoch unter günstigen Bedingungen möglich sei, und Scherer [4]), dem dies vermittelst Schwefelsäure ebenfalls gelang, fand, was am entscheidensten scheint, daß das Residuum des Bluts nach der Behandlung mit Schwefelsäure an Weingeist ein Blutroth abgiebt, dessen Asche ganz weiß, nicht im mindesten eisenhaltig ist. Auch Simon macht darauf aufmerksam, daß das Blutbraun eine Modification des Hämatins nur Spuren von Eisen enthält, die ihm möglicherweise nicht zugehören und gleich wohl eine intensiv dunkele Farbe besitzt. Nach Hünefeld's

---

[1]) Lehrbuch der Physiologie. B. II. S. 284 ff.
[2]) A. a. O. S. 130.
[3]) Chemie. B. I. S. 317.
[4]) A. a. O. S. 30.

Hypothese soll das Eisen selbst nicht die rothe Farbe hervorbringen, sondern nur dazu dienen, die Farbe nach Art der Beizen constant zu machen. — Beiläufig ist auch noch die Ansicht Heller's zu erwähnen. Derselbe behauptet, daß eine eigenthümliche Säure, Rhodizonsäure, mit dem Alkali-Protein sich verbinde, und mit dieser Verbindung dann das Eisen eine zweite eingehe. Außerdem will er noch eine braune, kohlenstoffreiche Substanz, die niedrigste Oxydationsstufe des Kohlenstoffs, im Blute gefunden haben, und zwar im venösen mehr als im arteriellen. — Simon hat außer dem Hämatin auch noch Blutbraun (Hämaphaëin) im Blute gefunden. Dasselbe ist löslich im Wasser, Alkohol und Aether und vom Fett schwer, von den Salzen gar nicht trennbar. Er hält es für identisch mit dem gelben Farbestoff von Sanson. Vermuthlich ist beides eine Auflösung des Hämatins durch Alkali. Die Subrubrine von O'Shaugnessy ist in Weingeist gelös'tes, mit Alkali verbundenes Hämatin; das Chlorohämatin und Xanthohämatin von R. H. Brett und Golding Bird sind Zersetzungsproducte des Blutroths durch Salpetersäure und gehören eben so wenig wie die zwei von Mulder entdeckten Chlorverbindungen des Hämatins zu den normalen Bestandtheilen des Bluts.

3) Faserstoff, Fett und Salze.

Verdünnt man das Blut mit Wasser, oder wäscht man den Blutkuchen mit Wasser aus, so erhält man eine Lösung des Blutroths, in der unter dem Mikroskop noch einzelne feine Partikelchen suspendirt erscheinen. Durch Jodine und einige Salze lassen sich, wie oben weiter ausgeführt worden, die Blutkörperchen in ihrem ausgewaschenen Zustande wieder erkennbar machen. Theils sind in ihnen die Kerne noch sitzen geblieben, theils von ihnen getrennt. Dieser Theil des Cruors wird in den andern Analysen bald mit zum Eiweiß des Bluts (Simon), bald zum Globulin (Le Canu, Denis), bald, wo das Haematin nicht getrennt, zum Blutroth (Richardson) gerechnet.

Neuerdings hat Maitland (s. oben »Blutkörperchen«) einen eigenthümlichen Weg eingeschlagen, um das Nuclein, wie er es nennt, quantitativ zu bestimmen. Oben ist die Unrichtigkeit der Voraussetzung, auf welche sich seine Methode gründet, dargelegt worden. Früher habe ich auf einem andern Wege den Versuch gemacht, wenigstens relativ in den verschiedenen Blutarten diesen Bestandtheil zu bestimmen. Ich verdünnte den Cruor des geschlagenen Bluts mit Wasser und decantirte so oft das erneuerte Wasser, als sich ein anfangs röthlicher, später weißlicher Satz gebildet hatte. Da bis zur Gewinnung eines weißen Satzes viele Tage erfordert werden, setzte ich zur Verhütung der Fäulniß dem Wasser etwas wenig Branntwein zu. Zuletzt ward auf einem vorher gewogenen Filtrum der Satz gesammelt und getrocknet. Die weißliche brüchige Masse betrug im Durchschnitt 12,0 auf 1000 Theile Blut. Aus dem Blute der Vögel und Frösche erhielt ich eine größere Menge. Obgleich nun diese Substanz nicht ganz vollständig reines Nuclein ist, sondern erstens Faserstoffschollen, zweitens etwas durch Verdünnung des Bluts mit Wasser niedergeschlagenes Eiweiß und drittens auch die farblosen Kügelchen (Lymphkörperchen) des Bluts enthält, so scheint mir diese approximative Bestimmung nicht ganz ohne Werth zu sein, zumal da die Menge in den häufig wiederholten Versuchen sich ziemlich gleich blieb. — Um die farblosen Kügelchen isolirt darzustellen, habe ich folgendes Verfahren versucht. Man verdünnt das geschlagene Blut mit Aetzammoniakflüssigkeit zu gleichen Theilen, schüttelt es einige Minuten, wodurch die Lymphkörper-

chen, ohne sich aufzulösen, zu feinen schleimigen Flocken sich verbinden, und filtrit dann die Flüssigkeit durch ein recht dünnes Papier, an dem die schleimige Substanz hängen bleibt. Sie beträgt immer nur sehr wenig.

Das mit dem Blutroth verbundene Fett, welches größtentheils die Kerne der Blutkörperchen (s. oben, »Blutkörperchen«) bildet, ist ein festes Fett. Seine Menge ist noch nicht bestimmt.

Der Kalk des Cruors beträgt, wenn man obige Analyse von Berzelius zu Grunde legt und 100 Theile Cruor auf 1000 Theile Blut annimmt, 0,02515, die Phosphorsäure 0,00484, das kohlensaure Natron 0,03. Letzteres befindet sich wahrscheinlich in Verbindung mit dem Blutroth, ist nicht in dem die Blutkörperchen tränkenden Wasser aufgelös't.

III. Aufgelös'te Bestandtheile.

a) Organische Stoffe.

1). Proteinverbindungen.

α. Faserstoff.

Dieser Stoff (fibrina, das Fibrin) war schon Hippokrates bekannt und wurde von Gaub als ein besonderer Stoff nachgewiesen, von Haller aber wieder bestritten; den Namen »fibra« erhielt er zuerst von Malpighi; Senac nannte ihn »lympha coagulabilis.« Man gewinnt ihn entweder, indem man das frische Blut im Augenblicke der Gerinnung mit einem Stäbchen, einem Quirl rührt und schlägt, wobei es sich dann in Gestalt von Fasern oder Häutchen um das Stäbchen anlegt, oder indem man den in einem Leinwandbeutel eingeschlossenen Blutkuchen zerdrückt und wiederholt auswäscht, bis die weißen kleinen Faserstoffstückchen auf der Leinwand zurückbleiben. Durch Auswässern wird er dann mehr oder weniger weiß, d. h. von den von ihm eingeschlossenen Blutkörperchen befreit. Auch der weißeste röthet sich immer noch etwas an der Luft, was ein Zeichen ist, daß er noch Blutkörperchen eingeschlossen hält. Je fester er ist, desto weißer kann er dargestellt werden. Von fleischfressenden Thieren, Hunden und Katzen ist er mürbe und weich, leicht zersetzbar und kann daher nicht bis zur völligen Weiße ausgewaschen werden. Von Ziegen, Schafen und Ochsen ist er fester und also auch weißer; weniger fest und weiß ist der von Schweinen, und der von den Menschen steht zwischen beiden Arten in der Mitte. Die Blutkörperchen der Vögel, Amphibien und Fische haften so innig an ihm, daß sie alle kaum entfernt werden können; auch im reinsten erkennt man unter dem Mikroskope sogleich die unzählige Menge der eingeschlossenen Kerne. Daher kann die Menge des Faserstoffs bei diesen Thieren gar nicht mit Bestimmtheit gemessen werden und wird in der Regel zu hoch angegeben. Eben so bleiben auch die Lymphkügelchen mit großer Hartnäckigkeit an ihm hängen. Die Schwierigkeit, den Faserstoff rein von den im Blute aufgeschwämmten Körperchen zu erhalten, ist also bald größer, bald geringer, hängt einestheils von der Beschaffenheit des Faserstoffs, ob derselbe fest oder mürbe ist, anderntheils aber auch von den Blutkörperchen ab. Letzteres kann man durch einen Versuch zeigen. Aether verändert den Faserstoff nicht, zersetzt aber die Blutkörperchen der Menschen und Säugethiere; vermischt man nun frisches Blut mit vielem Aether vor dem Rühren, so enthält der gewonnene Faserstoff die Hüllen und Kerne von jenen in viel größerer

Menge als sonst eingeschlossen. Bei einem Versuche mit Schweineblut betrug das durch dieselben hervorgebrachte Mehrgewicht des ausgewaschenen und getrockneten Faserstoffs 2,6 auf 1000 Theile Blut. Außer den Lymphkörperchen findet sich im Faserstoff auch noch ein Theil Fett eingeschlossen, und dies um so mehr, je reicher der Gehalt desselben und besonders des festen, schnell gerinnenden Fettes im Blute ist. So enthält der Faserstoff von Kälbern immer mehr Fett als der von Ochsen. Aus dem gut ausgewaschenen und getrockneten Faserstoff des gesunden Menschenbluts erhielt ich 4,9 % Fett und aus dem von faserhäutigem Blute 8,5 %. — Was die Beschaffenheit des Faserstoffs anbetrifft, so ist derselbe, je jünger der Mensch oder das Thier ist, um so mürber, zarter, leichter, durchsichtiger, zersetzbarer, an der Luft sich weniger röthend. Mehrmals beobachtete ich, daß Faserstoff von jungen Hunden bei dem Eintrocknen in niederer Temperatur ganz flüssig ward; Hünefeld sah, daß er von jungen Rindern und Schafen unter Aether sich auflös'te. Durch große Blutentziehungen läßt sich, wie ich anderswo gezeigt habe, der Faserstoff auf diese Stufe zurückführen, wobei er aber an Menge nicht abnimmt, sondern zunimmt. Magendie hat neuerdings gefunden, daß durch Wiedereinspritzen des durch Schlagen seines Faserstoffs beraubten Bluts in die Adern eines Thieres ein Faserstoff sich bildet, der eine ähnliche Beschaffenheit besitzt, nämlich weicher, schwammig ist und bei 60° C. zerfließt. Er nennt diesen Faserstoff Pseudofibrine. — Wenn man auf die gewöhnliche Weise den Faserstoff aus dem Blute gesammelt hat, so muß man nicht glauben, daß dies nun aller Faserstoff des Bluts sei; es ist jedesmal eine geringere oder größere Portion noch in Form von Schollen zurückgeblieben, oder beim Auswaschen durch das Leinwandfiltrum gegangen, wie dies das Mikroskop nachweis't. Und diese Partikelchen finden sich in demjenigen Blute am meisten, dessen Faserstoff sich zu einer wenig festen Masse vereinigt, wie bei den Hunden. Leider giebt es kein Mittel, diesen Gehalt des Bluts an Faserstoff zu messen, da, wenn auch das Blut sich leicht filtriren ließe, die Schollen zum Theil doch durch das Papier gehen. Außerdem kann vielleicht noch ein Theil Faserstoff im Blute im aufgelös'ten Zustande zurückbleiben; diese Menge würde sich nach der des Alkalis und der Salze richten. So ist es denn rein unmöglich, genau die normale Menge Faserstoff im Blute zu bestimmen, und nur die nach derselben Methode angestellten Analysen erhalten durch die Vergleichung einen Werth. Ob man das Blut zu diesem Zwecke rührt, oder den Kuchen auswäscht, soll zwar nicht gleichgültig sein; es kommt aber wohl mehr auf die Art und Weise an, wie man diese oder jene Methode anwendet, als auf diese selbst, daher denn die Einen auf diese, die Andern auf jenem Wege eine größere Menge erhalten haben wollen. So viel ist gewiß, daß das durch das Schlagen des Bluts gewonnene Fibrin, weil es weicher ist und das Blutroth hartnäckiger zurückhält, länger ausgewässert werden muß und dabei also mehr Partikelchen verliert als das durch Auswaschen in kleinen, wenigen zusammenhängenden Stücken erhaltene. — Man hat auch wohl den frischen Faserstoff gewogen und danach die Berechnung des trockenen gemacht. Hierdurch hat man aber noch eine neue Quelle der Ungenauigkeit eröffnet. Nach Berzelius verliert der feuchte, bloß zwischen Löschpapier ausgetrocknete Faserstoff durch das Trocknen $^{3}/_{4}$ seines Gewichts, nach Andern aber $^{4}/_{5}$ (Chevreul, LeCanu, Maitland) zuweilen, nach gutem Austrocknen auch wohl nur $^{2}/_{5}$.

In der Bestimmung der Menge des im Blute der Menschen vorhandenen Faserstoffs herrschen unter den neueren Analysen keineswegs die Wider-

sprüche, die noch vor 6 Jahren bestanden. Le Canu hat eingesehen, daß er sich in seinen früheren zu hohen Angaben täuschte. Denis fand früher als die gewöhnlichen Grenzen 2,51 — 2,8 Faserstoff auf 1000 Theile Blut; jetzt giebt er 2,14 und 2,27 (also 2,2 im Mittel) an. Die mittlere Menge aus 2 Fällen bei Simon ist 2,109; Richardson fand 2,12; Andral und Gavarret nehmen 3,0 als Normal an. Ich habe früher als Mittelzahl aus 12 Fällen von ziemlich gesunden Menschen 2,55 angegeben; aus fünf neueren erhielt ich nur 2,1 (1,9 — 2,8). Ob nach dem Geschlecht ein Unterschied im Gehalt an Faserstoff existirt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, obgleich Einige den Männern mehr Faserstoff zuschreiben. Das Blut der neugeborenen Kinder ist arm an Faserstoff, aber nicht das der Kälber, im Verhältniß zu dem der Ochsen. Zur Zeit der Pubertät nimmt die Menge dieses Stoffes zu. Auch junge, halbausgewachsene Hunde gaben mir immer eine größere Menge als ältere. Bei alten Leuten ist meiner Beobachtung nach keine Abnahme zu bemerken, obgleich dies gewöhnlich behauptet wird. Durch Hungern und durch Aderlässe nimmt der Gehalt an Faserstoff zu. Am meisten durch Entzündung und Schwangerschaft; in beiden Zuständen zuweilen selbst bis fast 6,0, meistens jedoch nur bis zwischen 3,0 und 4,0. Ich habe darüber früher genaue Zahlenverhältnisse mitgetheilt, welche durch die von mir in den letzten Jahren angestellten Untersuchungen sowohl bei Menschen als auch bei Thieren vollkommen bestätigt sind. Bei Denis findet sich auffallenderweise keine Bestätigung für diese Angaben. Andral und Gavarret haben vor Kurzem die Zunahme des Faserstoffs in Entzündung durch eigene Untersuchungen ebenfalls erwiesen, und von nun an wird man diese Thatsache wohl in der Pathologie und Pathogenie besser würdigen, als es bisher geschehen ist. Wenn aber die beiden zuletzt genannten Beobachter behaupten, daß in keiner andern Krankheit der Gehalt des Faserstoffs im Blute vermehrt sei, so ist dies ein Irrthum, da fast in allen Krankheiten, in denen das Blut faserhäutig wird, wie z. B. in der Bright'schen Krankheit, auch die Gewichtszunahme jenes Stoffes erfolgen kann. Der Faserstoff spielt in manchen Krankheiten eine sehr wichtige Rolle; bald ist er im Uebermaaß vorhanden, und es entstehen große Ergießungen von faserstoffhaltiger Flüssigkeit in das Zellgewebe der Organe und in die serösen Höhlen, bald ist seine Menge vermindert, und die Gerinnbarkeit des Bluts ist aufgehoben. Der Grund dieser Abweichung ist keineswegs überall klar. Oft habe ich eine große Vermehrung des Faserstoffgehaltes zusammentreffen gesehen mit einer Zunahme der Salze im Blute und verlangsamten Gerinnung, zuweilen nur mit Zunahme des Alkalis; aber ich gestehe, daß auch Ausnahmen von dieser Regel vorkommen; namentlich gilt dies von denjenigen Fällen, wo die Gerinnung rasch und doch die Faserstoffmenge vermehrt ist. Entweder kommt dies daher, daß hierdurch der Faserstoff fester gerinnt und in größerer Menge gewonnen werden kann, oder es giebt Verhältnisse, die uns noch unbekannt sind. — Von vielen Mitteln wird behauptet, daß sie direct auf die Beschaffenheit dieses Stoffs einwirken, ohne daß dies jedoch durch Versuche nachgewiesen ist. Ich habe alle Mittel, von denen zu erwarten gewesen wäre, daß sie die Menge des Faserstoffs verminderten, wiederholt bei Thieren längere Zeit hindurch angewandt, ohne großen Einfluß derselben auf den Faserstoff zu bemerken. Vermindert fand ich den Gehalt durch den längern Gebrauch von Säuren. Diese werden indessen gewöhnlich gegen denjenigen Zustand angewandt, in welchem eine Verminderung der Gerinnbarkeit des Bluts angenommen zu werden pflegt,

namentlich gegen purpura haemorrhagica. Indessen ist dies eigentlich kein Widerspruch zwischen Praxis und Theorie, denn es ist nach meinen Untersuchungen des Bluts der an jener Krankheit leidenden Menschen die Menge des Faserstoffs bei denselben keineswegs vermindert. Salpeter löst den Faserstoff nach Denis auf, und man erklärt sich jetzt allgemein (auch J. Müller) die vortheilhafte Wirkung dieses Salzes in entzündlichen Krankheiten. Leider kann ich nicht versichern, ob diese Erklärung richtig ist, da mir die mit großen Gaben Nitrum behandelten Thiere starben. In der Leiche war indessen das Blut fest geronnen. Salmiak, der auch den Faserstoff auflös't, veränderte die Beschaffenheit des Bluts auffallend, ohne jedoch die Menge des Faserstoffs zu vermindern. Nach großen Gaben Kochsalz fand ich weniger Faserstoff, nach salpetersaurem Baryt eine noch viel größere Abnahme. Am auffallendsten ist die Wirkung des Phosphors. Einige Tage nach dem Gebrauch von diesem verlor das Blut seine Gerinnbarkeit und enthielt nicht einmal Faserstoffschollen bei der mikroskopischen Untersuchung. Aehnlich ist nach Simon [1]) die Wirkung des Leberthrans. Auch durch Eisen nahm in meinen Versuchen der Faserstoffgehalt zu, eben so nach Fleischkost bei Hunden. Merkwürdig wäre es, wenn es sich in anderen Versuchen bestätigte, wie es in vieren der Fall war, daß kohlensaures Natron gerade entgegengesetzt wie das kohlensaure Kali wirkte, ersteres nämlich die Menge des Faserstoffs vermindernd, letzteres vermehrend. Näheres über diese, für die Therapie nicht unwichtigen Versuche werde ich an einem andern Orte mittheilen. Ich will hier nur noch eine Beobachtung hinzufügen, die weiter verfolgt werden dürfte. Nach Durchschneidung des Rückenmarkes und noch mehr nach Zerstörung des Lendenmarkes bei Hunden steigerte sich die Menge des genannten Stoffes sehr beträchtlich. Sollte hiervon vielleicht die gehemmte Ausleerung und Ausscheidung des Harnstoffes Schuld sein?

Nach Berthold ist der Gehalt des Bluts an Faserstoff bei den Thieren folgender: Huhn 1) 25,0, 2) 13,7, Taube 16,7, Karpfen 11,6, Ochs 7,4, Hund 6,3, Frosch 6,0, Hammel 5,0, Katze 4,7, Schwein 3,9; außerdem fand er bei dem Kalbe 5,7 und bei dem Ziegenlamm 4,0. (Von zwei Analysen bei Menschen gab die eine 1,9, die andere 5,5.) Von anderen Chemikern existiren nur zerstreute Angaben von einzelnen Thierarten. Ich muß leider gestehen, daß ich als Mittel zahlreicher Analysen von jeder Thierart eine ganz andere Reihenfolge als Berthold erhalten habe, nämlich Huhn 5,85, Ochs 4,0, Schaf 3,8, Kaninchen 3,75, Schwein 3,6, Ziege 3,35, Pferd 2,85, Mensch 2,55, Katze 2,0, Igel 1,8, Hund 1,7. Was außerdem noch die kaltblütigen Thiere anbelangt, so fand ich bei denselben nur sehr wenig Faserstoff. Eben so Simon bei Fischen und Kröten. — Seit der Ziehung jener Mittel habe ich noch mehre neue Analysen angestellt, deren Berücksichtigung jedoch nur wenig die angegebenen Zahlen verändern würde. Höchst befremdend muß es erscheinen, daß ich dem Pferde nur eine so geringe Menge Faserstoff zuschreibe, während von Anderen die Zahlen 4,9 (Gurlt), 7,5 (Reuß), 8,2 (Magendie), 8,7 (Schultz) angegeben werden. Ich habe ebenfalls den Gehalt so groß und selbst noch höher gefunden, jedoch waren alle diese Pferde mit so faserstoffreichem Blute nicht im Zustande vollkommener Gesundheit, wie dies bei jenen der Fall war, die ich zu obigen Analysen benutzte. Es finden bei keinem Thiere so leicht Abweichungen in dieser Beziehung Statt als gerade beim Pferde.

---

[1]) Froriep's Notizen. April 1841. S. 53.

β. Eiweiß und Käsestoff.

Außer daß das Eiweiß im Blutwasser aufgelöst ist, findet sich auch noch eine kleine Menge in dem auch noch so gut als möglich von Serum befreiten Blutkuchen. Gewöhnlich wird bei den Analysen diese Menge übersehen und zum Cruor gerechnet. Dies ist z. B. bei Denis der Fall. Aus dem Blutwasser wird durch die Siedhitze, am besten durch Alkohol das Eiweiß niedergeschlagen. — Die Angaben der Menge des Eiweißes im menschlichen Blute sind folgende: nach Denis 55,0 (50,0 — 60,0), seinen neueren Berechnungen zufolge bei den gesunden erwachsenen Menschen 70,731—73,367, nach Le Canu 68,08 (57,89 — 74,74), nach Berthold 78,6, nach Richardson 63,008, nach Simon 76,6. Letzterer behauptet, das normale Verhältniß zwischen Globulin und Eiweiß sei wie 10 : 7. Ich habe als mittleres Verhältniß des Cruors zum Eiweiß jetzt 116,5 : 74,2 gefunden. Nach Le Canu, Denis und Simon enthält das Blut der Männer verhältnißmäßig weniger Eiweiß als das der Frauen, das der Erwachsenen nach Denis weniger als das der Kinder (beim Kalbe und Ochsen ist jedoch nach Simon das Verhältniß umgekehrt). Bei dem lymphatischen Temperamente findet sich, wie Le Canu gefunden, mehr Eiweiß als bei dem sanguinischen. In der Schwangerschaft nimmt nach Denis der Eiweißgehalt etwas ab. Durch Hungern nimmt er zu. Nach Le Canu kommen in Krankheiten im Ganzen wenig Abweichungen in der Menge dieses Bestandtheiles vor. Vermehrung findet man meist in der Entzündung und im Anfange acuter Fieber (Denis, Jennings), in der Gelbsucht (Le Canu, Kane, Jennings) und in der Cholera (Mulder, Simon): Verminderung in der Wassersucht mit gerinnbarem Urin (die neueren Analysen von Simon zeigen jedoch, daß dies nicht immer der Fall) und meist auch in der Honigharnruhr.

Von mehren Chemikern, welche nur das Serum analysirt haben, existirt eine Angabe des Eiweißgehaltes in diesem; so fand Marcet 86,0, Berzelius 80,0, Denis eben so viel, Bostock 100,0 und Le Canu 78,45. Ich habe 81 (71,7 — 90,0) als Normal berechnet. Geschlecht und Alter machen bei Menschen wenig Unterschied. Wo keine feste Substanzen, nur nahrungsstofflose Flüssigkeiten in dem Körper aufgenommen werden, vermindert sich meinen Beobachtungen zufolge der Eiweißgehalt. — Die Abnahme desselben im Serum trifft bei den zwei vorhergenannten Krankheiten mit der Abnahme im ganzen Blute zusammen; in der Schwindsucht dagegen und nach häufigen Blutentziehungen kann in dem Verhältniß zu den Blutkörperchen das Eiweiß, obgleich es im Blutwasser verhältnißmäßig etwas vermindert ist, doch vermehrt sein, weil hier die Menge des Cruors so außerordentlich abgenommen hat. Ueberall, wo das Blut in hohem Grade wässerig, ist auch das Serum arm an Eiweiß; bei geringeren Graden kann auch das Gegentheil vorkommen. Eine Vermehrung des Eiweißes im Blute durch Zunahme dieses Bestandtheils im Serum kommt am regelmäßigsten in der Cholera und bei Leberleiden vor. — Die zahlreichsten Bestimmungen über den Eiweißgehalt des Bluts der Thiere finden sich bei Prévost und Dumas, dann bei Berthold und einige bei Simon. Die Reihen lauten:

nach Prévost	und Dumas			nach Berthold		nach Simon	
Aal	94,0	Hund	65,5	Schwein . .	84,6	Kröte . .	112,330
Pferd	92,0	Huhn	63,0	Kalb	80,8	Pferd . .	97,801
Meerschwein	87,2	Reiher . . .	59,2	Ziegenlamm	75,3	Ochs . .	95,050
Ente	84,7	Rabe	56,4	Ochs	71,8	Kalb . .	83,925
Katze	84,3	Taube . . .	48,9	Katze	70,5	Karpfen	83,850
Schildkröte	80,6	Frosch . . .	46,4	Hammel . .	69,1	Schleie .	68,8
Affe	77,9			Huhn	60,5		
Schaf	77,2				56,6		
Forelle . . .	72,5			Karpfen . . .	46,7		
Kaninchen. .	68,3			Taube	43,2		
Aalraupe . .	65,7			Frosch	42,2		

Die Thiere mit elliptischen Blutkörperchen scheinen also im Ganzen verhältnißmäßig weniger Eiweiß und desto mehr Blutkörperchen zu besitzen. Die Vergleichung des specifischen Gewichts des Bluts mit dem des Serums ließ dies Resultat erwarten.

Käsestoff. In geringer Menge ist dieser Stoff von L. Gmelin im Blute entdeckt worden. — Nach Golding Bird finden sich dem Käsestoff ähnliche Stoffe mit viel phosphorsauren Salzen in dem Urin aller Schwangeren; sie werden sich wahrscheinlich auch im Blute derselben vorfinden. Hünefeld hat bei Retention der Milch von Säugenden den Käsestoff im Blute nachgewiesen. — Wenn man Blutwasser mit Essigsäure versetzt (20 Tropfen etwa auf eine Unze) so findet man zuweilen, daß dasselbe zu einer Gallerte gerinnt. Nicht jedes Blutwasser zeigt dies Phänomen: bei allen aber findet man wenigstens eine Trübung, wenn die Mischung der Wärme des Brütofens einige Zeit lang ausgesetzt bleibt. Durch Digestion des Blutwassers mit bloßem Kalbsmagen ohne Säure läßt sich die Gerinnung nicht hervorbringen, wohl aber erhält man durch die mit etwas Salzsäure bereitete Verdauungsflüssigkeit einen Niederschlag. Das Präcipitat läßt sich auf dem Filtrum auswaschen, ist also nicht löslich in Wasser, aber wohl in concentrirter Essigsäure. Ich habe leider die Fälle nicht aufgezeichnet, in welchen die Wirkung der Essigsäure so äußerst augenfällig war; doch entsinne ich mich, daß ich zuweilen bei Kalbsserum die Gallerte schon bei der gewöhnlichen Luftwärme entstehen sah, und daß einmal das Serum eines an großer Eiterinfiltration der Lungen mit Entartung der Leber leidenden Mannes sehr stark nach Zusatz von jener Säure gerann. — Ist nun der Stoff, welcher durch Essigsäure bei der Wärme gerinnt, bloß das im Serum vorhandene Alkalialbuminat oder eine Zwischenstufe zwischen Eiweiß und Käsestoff? Daß es deren mehr als eine giebt, läßt sich nachweisen: das Globulin ist schon eine von diesen. Es wäre zu wünschen, daß die Chemiker den Unterschied des Alkalialbuminats von dem Käsestoff und die Uebergänge von dem einen zu dem andern genauer bestimmten.

Sowohl wegen der Lehre von der Entzündung als von der Verwendung und Zersetzung des Bluts ist es nöthig, hier auf einige chemische Verhältnisse näher einzugehen und namentlich nachzuforschen, in welchem Zustande Eiweiß und Faserstoff im Blute aufgelös't sind. Zuerst muß aber untersucht werden, ob beide Stoffe chemisch identisch sind.

Unterschied des Faserstoffs vom Eiweiß.

Mulder hat zuerst dargethan, daß Faserstoff und Eiweißstoff, so wi[e] der Käsestoff nebst dem Globulin, Modificationen eines und desselben Stof[fs]

fes sind, welchen er Proteïne (Protein) genannt hat. Diese Substanz hat nach ihm folgende aus Berechnung gefundene Zusammensetzung: $C_{40} H_{62} N_{10} O_{12}$. Liebig begnügt sich mit einer empirischen Formel $C_{48} H_{72} N_{12} O_{14}$. Die Bestandtheile auf 100 berechnet sind:

	nach Mulder		nach Liebig
Kohlenstoff	55,29	. . .	55,742
Wasserstoff	7,00	. . .	6,827
Stickstoff	16,01	. . .	16,143
Sauerstoff	21,70	. . .	21,288

Von dem Faserstoff (Fibrin) und dem Eiweißstoff (Albumin) existiren manche ältere und neuere Elementaranalysen, ältere von Thénard, Gay-Lussac, Michaelis, neuere von Mulder, J. Vogel und Scherer, die aber keineswegs unter sich übereinstimmen. Selbst die neueren, nach Vervollkommnung der Stickstoffanalysen angestellten widersprechen sich; nach Mulder ist mehr Sauerstoff in dem Fibrin als in dem Albumin, während die drei übrigen Bestandtheile wenig Differenz darbieten; nach Vogel giebt dagegen das Albumin merklich mehr Sauerstoff als das Fibrin und dafür weniger Stickstoff. Die neuesten unter Liebig von Scherer angestellten Analysen sind ohne Zweifel die genauesten, sowohl wegen der bessern Methode als wegen ihrer größern Zahl. Scherer zeigt, daß man nur mit chromsaurem Blei den Kohlenstoff vollständig verbrennen könne. Ich stelle daher nur das Mittel seiner auf diesem Wege angestellten Analysen zusammen. Vom Faserstoff giebt er deren drei, vom Bluteiweiß zwei und außerdem noch eine vom Eiereiweiß.

	Faserstoff.		Bluteiweißstoff.		Eiereiweißstoff.
Kohlenstoff	54,8107	. . .	55,2790	. . .	55,000
Wasserstoff	7,0507	. . .	7,0405	. . .	7,073
Stickstoff	15,8306	. . .	15,6770	. . .	15,920
Sauerstoff nebst Schwefel und Phosphor.	22,3080	. . .	22,0035	. . .	22,007
	100,0000		100,0000		100,000

Nach Mulder gehören Phosphor und Schwefel mit zur Constitution dieser Stoffe: leider sind sie aber in den obigen Analysen nicht vom Sauerstoff getrennt. Eiweiß und Faserstoff unterscheiden sich nach Mulder dadurch, daß ersteres fast die doppelte Menge Schwefel enthält als letzterer, nämlich Albumin 0,68 % und Fibrin 0,36 %. Die Menge des Phosphors ist in beiden gleich, nämlich 0,33 %. Der Käsestoff liefert keinen Phosphor und von dem Schwefel so viel als der Faserstoff. Ziehen wir für Phosphor und Schwefel von dem Sauerstoff in den Schererschen Analysen bei dem Faserstoff 0,69 und dem Eiweißstoff 1,01 ab, so wird die Differenz im Gehalt an Sauerstoff zwischen beiden Proteinverbindungen noch größer als in den obigen Analysen. Das Fibrin besteht also aus mehr Sauerstoff und etwas mehr Stickstoff, aber aus etwas weniger Kohlenstoff als das Albumin. In ersterer Hinsicht herrscht also vollkommene Uebereinstimmung zwischen Mulder und Scherer. — Die nach der Calcination zurückbleibende Asche wird von den meisten Chemikern als beträchtlicher bei dem Eiweiß angegeben. Nur Vogel macht hier eine Ausnahme, so wie Scherer in einer einzigen Analyse. In folgender Tabelle sind nur die neuen Bestimmungen von Mulder aufgenommen:

	Eiweiß		Faserstoff.
Berzelius	1,8 %	. . .	0,66 %
Mulder	2,03 %	. . .	0,77 %
Vogel	2,33 %	. . .	2,66 %
Simon	6,25 — 7,25 %	. . .	1,5 — 2,0 %
Scherer	1,3 %	. . .	1,265 in einem,
	in den übrigen Versuchen		1,4 — 2,1 %.

Offenbar hat Simon das geronnene Eiweiß nicht so vollkommen ausgewaschen, als es die übrigen Chemiker gethan. Dies beweis't auch der Umstand, daß er außer den erdigen Salzen mehr lösliche Salze, Chlorsalze, kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Salze in der Asche gefunden hat, von denen die übrigen höchstens nur Spuren bemerkt haben. So versichert namentlich Scherer von dem Albumin, Fellenberg [1]) von dem Fibrin, aus welchem er 1,244 erhielt, kein freies Alkali, noch ein kohlensaures angetroffen zu haben. Die erdigen Salze bestehen größtentheils aus Kalk, etwas Talk und Spuren von Kieselerde. So hat sie schon Berzelius bestimmt. Nach ihm ist der Kalk nur phosphorsaurer, ohne Beimischung von schwefelsaurem. Auch Scherer fand keine Spur von Schwefelsäure in der Asche des Albumins. Dagegen giebt Mulder im Eiweiß 0,3 — 0,4 % und im Faserstoff etwas weniger schwefelsauren Kalk an. Vogel, Simon und Fellenberg fanden ebenfalls schwefelsauren Kalk. Die Menge des phosphorsauren ist nach Mulder in beiden Stoffen fast gleich (0,33 — 0,37). Simon giebt sie im Eiweiß auf 1,2 an. Man sieht, daß hier noch fernere Untersuchungen Noth thun. Es hält leider nur gar zu schwer, große Portionen Eiweiß, deren man zu quantitativen Analysen bedarf, vollständig von allen löslichen Salzen zu befreien. — Man ist nicht darüber einig, ob der Kalk eben so wesentlich zur Constitution des Eiweißes und des Faserstoffs sei, als nach Mulder es Schwefel und Phosphor sein sollen, und ob er daher nicht mit in die Formel aufgenommen werden müsse. Vielleicht wird der Kalk, welcher als kohlensaurer oder als kaustischer mit einer Portion des Proteins im Blute eine lösliche Verbindung bildet, aus der er bei der Präcipitation des Eiweißes durch Kochen oder Weingeist eben so gut ausgeschieden wird als die das Eiweiß in Auflösung haltenden Salze und selbst wie in geringer Menge das Alkali des Albuminats, von dem geronnenen Eiweiß bei dem Auswaschen zurückgehalten. Es giebt leider noch kein Mittel, auf chemische Weise den Kalk vom Eiweiß zu trennen, durch welches nicht auch dies aufgelös't oder zersetzt würde. — Falls das quantitative Verhältniß des Kalkes in der Asche des gereinigten Faserstoffs und des Eiweißes ein so beständiges ist, wie es Mulder angiebt, so wäre man aus diesem Grunde berechtigt, den Kalk mit in die Formel der beiden Stoffe aufzunehmen.

Man hat sich mannigfache Mühe gegeben, noch fernere Unterschiede zwischen Eiweiß und Faserstoff aufzufinden, ist aber in dieser Beziehung nicht zu den gewünschten Resultaten gelangt. Die Versuche, Verschiedenheiten beider Stoffe in ihrer normalen Lösung aufzufinden, sind wegen der schnellen Gerinnung des Faserstoffs, den man erst chemisch verändern muß, um ihm diese Eigenschaft zu nehmen, nicht thunlich und, weil der frische Faserstoff nicht in einer isolirten Lösung erhalten werden kann, sehr beschränkt. Gewöhnlich verglich man daher das durch Kochen geronnene Eiweiß des Blutwassers oder der Eier mit dem frisch ausgewaschenen Faserstoff, oder man

[1]) Müller's Archiv. Jahrgang 1841. S. 548.

prüfte beide Stoffe, nachdem man dieselben getrocknet und mit Aether und Alkohol gereinigt hatte. Man nahm also an, daß die künstliche Gerinnung des Eiweißes der normalen des Faserstoffs gleichzustellen sei; dies ist jedoch eine Annahme, deren Richtigkeit in Zweifel zu ziehen ist, weil das Eiweiß eben so gut wie der Faserstoff, welcher durch die Siedehitze eine wesentliche Umwandlung erleidet, durch dieselbe verändert werden kann. Mit dem bei gelinder Wärme ohne Gerinnung eingedampften Eiweiß läßt sich freilich der getrocknete Faserstoff wieder nicht gut vergleichen, weil jenes nicht von den Salzen gereinigt ist und in Wasser lösbar bleibt. Diese Lösbarkeit kann aber nach Scherer's Beobachtung, die vollkommen mit der meinigen übereinstimmt, dem getrockneten Eiweiß genommen werden, wenn man dasselbe in fein gepulvertem Zustande mit kaltem Wasser auslaugt. Auch selbst ohne dies Verfahren habe ich das ohne Gerinnung eingetrocknete Serum nur zum Theil in warmem Wasser löslich gefunden. Mit diesem unauflöslichen, gelben, fast durchsichtigen Eiweiß ist nun der ausgewaschene Faserstoff viel eher zu vergleichen.

J. Müller führt als einen Unterschied des flüssigen Faserstoffs und Eiweißes an, daß jener durch Aether niedergeschlagen werde, dieses aber nicht. Dasselbe kann man von allen denjenigen Stoffen sagen, welche, dem frischen Blute zugesetzt, die Gerinnung des Faserstoffs sehr beschleunigen. Nur ist hier der Umstand beachtenswerth, daß das Hühnereiweiß durch Aether stark getrübt wird, das des Serums fast gar nicht oder nur wenig. Aus diesem Grunde hat man (z. B. Hünefeld) gesagt, daß ersteres Faserstoff in Auflösung enthalte. Diese Auffassungsweise kann aber nicht als richtig gelten, da man nach Filtriren des getrübten Eiweißes und durch Schütteln mit frischem Aether immer wieder neue Portionen Eiweiß niederschlägt. Dies Präcipitat ist mikroskopisch feinkörnig, nicht schollenförmig. Der Aether ist im Wasser wenig löslich und kann daher nur wenig Eiweiß zum Gerinnen bringen. Dampft man das Serum ein, und setzt nun erst den Aether zu, so erfolgt stärkere Gerinnung. Das Hühnereiweiß zeigt sich also nur deßhalb in der Reaction auf Aether verschieden vom Serum, weil es eine concentrirtere Lösung des Eiweißes ist. Nach Hünefeld findet eine Gerinnung durch Aether auch im Serum, namentlich in dem des Hammelbluts zuweilen Statt, nicht aber in dem des Hühnerbluts. Er selbst bemerkt, daß dies jedesmal dann gelatinirt, wo Blutkörperchen im Serum suspendirt sind. Gerade dies ist aber beim Hammelblute mehr oder weniger immer der Fall. Jene Erscheinung hängt wahrscheinlich mit der Zersetzung der Blutkörperchen durch Aether zusammen. Vielleicht wird auch das Alkalialbuminat, welches im Eierweiß und im Hammelserum am reichlichsten vorkommt, eher durch Aether zerlegt als das Salzalbuminat. — Nach Magendie [1]) bringt das salpetersaure Kupfer das Eiweiß zum Gerinnen, hebt aber die Gerinnung des Faserstoffs auf. Letzteres ist aber nicht richtig ausgedrückt, da der Faserstoff mit dem Eiweiß niedergeschlagen und eben so gut wie dies durch das Kupfer zersetzt wird. — Verdünnung des frischen Bluts mit viel Wasser verzögert zwar die Gerinnung des Bluts etwas, hebt sie aber nicht auf. Wo diese durch Salze gehemmt ist, wird sie durch Verdünnung mit Wasser wieder herbeigeführt. Auch von dem Eiweiß des Blutwassers wird ein kleiner Theil durch starke Verdünnung gefällt; bei der Anwendung

---

[1]) A. a. O. S. 314.

der Siedhitze zeigt sich aber das verdünnte Eiweiß weniger zur Gerinnung geneigt als das unverdünnte.

Vergleichen wir die Löslichkeit des geronnenen Eiweißes mit der des Faserstoffs, und zwar 1) in Säuren, so finden wir zunächst beide Stoffe, wenn sie getrocknet und gereinigt sind, wenig löslich in kalter Essigsäure, obgleich beide sehr rasch gallertförmig aufquellen. Ich finde, daß der Faserstoff noch stärker aufquillt als das Eiweiß, besonders wenn man den frischen ausgewaschenen Faserstoff mit dem durch Kochen erhaltenen Eiweiß vergleicht. In diesem Zustande ist er am löslichsten in Essigsäure. Ihm steht darin das ungeronnene, durch Ausziehung der Salze in Wasser unlöslich gewordene Eiweiß gleich. Durch Kochen mit vielem Wasser sind auch die gereinigten getrockneten Stoffe nach dem Aufquellen in Essigsäure allmälig zum größten Theil löslich. So haben also sowohl diejenigen Recht, welche mit Berzelius behaupten, daß der Faserstoff in Essigsäure löslich sei, wie auch diejenigen, welche mit Güterbock die Löslichkeit läugnen. — In verdünnter Schwefelsäure ist nach Berzelius das Albumin löslich, während das Fibrin zusammenschrumpft. Mir hat indeß der Versuch nicht recht glücken wollen, entweder weil das Eiweiß zu stark gekocht, oder die richtige Verdünnung der Säure nicht recht getroffen war. Durch starke Schwefelsäure soll in der Wärme das Eiweiß nach O'Shaugnessy geröthet werden, nicht aber der Faserstoff. Ich habe jedoch auch diesen Unterschied nicht sehr deutlich finden können. — In Chlorwasserstoffsäure sind beide Stoffe löslich, und die concentrirte Lösung nimmt mit der Zeit eine blaue Farbe an, die nach Mulder bei dem Faserstoff indigoblau, bei dem Eiweiß violett ist.

2) In Alkalien lösen sich beide Proteinverbindungen, in kaustischen viel schneller als in kohlensauren, im kaustischen Natron noch vollkommener als in Kali; das frisch gefällte Eiweiß ist im Ganzen etwas leichter löslich als der frische Faserstoff. Im kaustischen Kali löst sich aber letzterer schneller auf als ersteres; im Ammoniak ist dies eben so der Fall nach Hünefeld. Im gereinigten Zustande fand ich beide in letzterm sehr schwer löslich: selbst nach mehren Monaten hatte das Ammoniak nur wenig, vom Faserstoff jedoch mehr als vom Eiweiß aufgenommen. Die Lösung in Kali gerinnt nicht über dem Feuer, bildet nur an der Oberfläche eine Haut. Auf dem Punkte der Sättigung mit Chlorwasserstoffsäure präcipitirt nach Thénard Faserstoff, das Eiweiß aber erst bei Ueberschuß von Säure. Dieser Unterschied zwischen beiden Stoffen wird gewöhnlich als ein charakteristischer angesehen. Allerdings ist er begründet, wenn man dieselben im ungereinigten Zustande aufgelöst hat, aber nicht, wie Hünefeld gezeigt, wenn man dieselben zuvor von allen Salzen und Fett befreit hat. Derselbe Chemiker hat ferner dargethan, daß gegen andere Reagentien, wie z. B. gegen schweflige Säure und Milchsäure, beide kalinische Auflösungen sich ganz gleich verhalten.

3) Daß man durch alkalinische Salze Faserstoff und Eiweiß auflösen kann, ist eine Entdeckung der neueren Zeit. Vom Salmiak fand dies zuerst Fr. Arnold, vom Natron und anderen Salzen, besonders vom Chlorbarium und schwefelsauren Natron Denis. Nach Hünefeld gelingt es ebenfalls leicht mit milchsaurem und phosphorsaurem Ammoniak. Auch durch Kochsalz ist nach Rainy das Eiweiß löslich. Die Löslichkeit durch Salmiak und durch Salpeter ist vielfach bestritten, Ersteres namentlich von R. Wagner und Letzteres von Magendie und Simon. Berzelius bestätigt indeß Letzteres. Magendie erzählt von Denis, daß derselbe, als er von ihm

aufgefordert war, in seinen Vorträgen über das Blut diesen Versuch anzustellen, die Auflösung nicht zu Stande brachte. Ich habe ebenfalls über die Auflösbarkeit des Faserstoffs durch Salze viel experimentirt, und bald gelang der Versuch, bald nicht. Es mußte also von besonderen Verhältnissen abhängen, unter denen der Versuch vorgenommen wurde. Dumas hat dieselben erforscht, und Denis selbst hat sich über diese gegen Herrn Professor Liebig, dem ebenfalls anfangs die Auflösung in Salpeter nicht glücken wollte, brieflich geäußert. Liebig und Scherer fanden diese Mittheilungen bestätigt, und auch mir ist bei Beachtung der von Denis angegebenen Regeln nie mehr die Auflösung mißglückt.

Von den früher von mir angestellten Versuchen will ich hier nur einen erzählen. Durch Rühren des Bluts erhaltener Faserstoff von einem Schwein ward ausgewaschen und zwischen wiederholt erwärmten Lagen Löschpapier unter der Presse so weit getrocknet, daß er das Papier nicht mehr feuchtete, und darauf schnell in mehre Theile von 20 Gr. Gewicht getheilt, von denen ich jeden in eine Unze Wasser legte. In jeder Unze waren 30 Gr. Salz, in jeder ein anderes aufgelös't; außerdem hatte ich noch in einer 3 Gran kaustisches Kali, in einer andern 3 Tropfen Salzsäure gelös't und mit der letzten eine aus Kalbsmagen bereitete künstliche Verdauungsflüssigkeit vermischt. Zwei Tage ließ ich die Gefäße an der Luft bei 12° — 16° R. stehen, dann setzte ich dieselben eben so lange in eine Wärme von 30° R. Die Salzlösungen hatten anfangs gar nicht auf den Faserstoff eingewirkt, wohl aber die Säure und das Kali; am stärksten der Magensaft. Der Faserstoff war in denselben ohne Einwirkung der Wärme nach 48 Stunden fast ganz zerflossen, sah aus wie geronnener Käsestoff, fing aber an zu riechen. Am Ende des vierten Tages gaben auch die Lösungen des Nitrums und Glaubersalzes einen etwas fauligen Geruch, eben so die Mischung mit Salzsäure, in welcher der vorher ganz aufgequollene Faserstoff sich ganz zusammengezogen fand. Alle Lösungen wurden nun filtrirt, der auf dem Filtrum zurückbleibende Faserstoff daselbst ausgewaschen und in dem vorher schon gewogenen Papiere getrocknet. Mehre Portionen frischer Faserstoff von 20 Gr. Gewicht waren unverändert getrocknet worden, so daß mit diesen das Residuum aus den Salzlösungen verglichen werden konnte. Es ergab sich, daß aufgelös't waren folgende Procente Faserstoff durch die daneben stehenden Salze:

phosphorsaures Natron . .	12,3
chlorsaures Kali	12,4
* schwefelsaures Natron . . .	15,0
* salpetersaures Kali	22,2
kohlensaures Natron . . .	24,4
doppeltkohlensaures Natron .	28,9
kohlensaures Ammoniak . .	30,2
* Chlorwasserstoffsäure . . .	38,2
Chlorammonium	39,3
Chlornatrium	54,8
* Verdauungsflüssigkeit . . .	59,7
kaustisches Kali	83,5.

Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß die mit * bezeichneten Lösungen schon in faulige Zersetzung übergingen. — Daß ich in anderen Versuchen abweichende Resultate erhielt, hing theils davon ab, daß ich anders beschaffenen Faserstoff nahm, theils daß die Lösungen weniger oder mehr ge-

sättigt waren. In ganz concentrirter Lösung greift der Salpeter den Faserstoff weit mehr an als das Glaubersalz; jener löſ'te z. B. binnen elf Tagen von Kalbsfaserstoff 85,5%, dies nur 35,8%. Auch zeigte sich eine concentrirte Lösung des kohlensauren Natrons kräftiger als die des doppeltkohlensauren. — Die Auflösung durch Salze erfordert meist Zeit und erhöhte Wärme; doch ist sie mir durch Salpeter einigemal in kurzer Zeit ohne Erhöhung der Temperatur gelungen, falls der Faserstoff bloß aus dem Venenblute genommen und noch ganz frisch, noch nicht ausgewaschen war. Daß nur der venöse, nicht der arterielle im Nitrum löslich sei, giebt Denis namentlich an; eben so, daß er nicht durch Schlagen des Bluts, sondern durch Auswaschen des Blutkuchens gewonnen sein müsse und nicht lange an der Luft gelegen haben dürfe. Ich habe aber auch jenen, wenn er nur frisch war, leicht löslich gefunden. Der gekochte und der in Weingeist eine Zeitlang digerirte löſ't sich nach Scherer nicht mehr im Salpeter auf, auch nicht der aus der Faserhaut des entzündlichen Bluts. Uebrigens behält der venöse auch noch nach dem Trocknen seine Löslichkeit. Ich fand, daß außer dem Faserstoff der Menschen, den Denis benutzte, der der Fleischfresser sich viel besser dazu eignet als der der Pflanzenfresser; der von Hunden ist z. B. sehr leicht löslich; der von Kälbern schließt sich an diesen an. Am besten gelingt die Lösung, wenn man zum Salpeter noch etwa $\frac{1}{150}$ des Gewichts freies Kali zusetzt. Die Lösung braucht übrigens nicht saturirt zu sein. Auch Eiweiß, selbst das durch Hitze geronnene, löſ'te sich in meinen Versuchen ebenfalls durch Nitrum auf, keineswegs aber so gut als frischer Faserstoff. Viel löslicher als jenes war das ausgewässerte ungeronnene Eiweiß. — Die Lösung des Faserstoffs in Salzen, namentlich im Nitrum, hat sehr viel Aehnlichkeit mit dem Blutwasser. Es ist eine fast farblose klebrige Flüssigkeit, die über dem Feuer (bei 79°) und durch Alkohol und Metallsalze und starke Säuren und viel kaustisches Alkali gerinnt, und aus welcher nach meinen Versuchen schon durch Zusatz von sehr wenig Essigsäure, aber nicht durch Kohlensäure, der Faserstoff in der Form von Eiweiß niedergeschlagen werden kann. Auch bei Verdünnung mit Wasser bildet sich etwas Präcipitat, falls die Auflösung nicht einen kleinen Zusatz von Alkali enthält. Von dem Niederschlag durch kochenden Alkohol hat Scherer zwei Elementaranalysen gemacht, denen zufolge derselbe sich wie Faserstoff und nicht wie Eiweiß verhält. Die Lösung des Eiweißes fand ich von der des Faserstoffs bei Anwendung der Reagentien nicht verschieden; doch ist mir hier noch Manches zu prüfen übrig geblieben.

4) Durch lange (40 Stunden) fortgesetztes Kochen löſ't sich nach Mulder von dem Albumin mehr auf als von dem Fibrin, von jenem 36,92 %, von diesem 20,67 %. — Das Gelöſ'te verhält sich bei beiden gleich, weder wie Leim, noch wie Gallerte; der Rest ist schwerer löslich in Säuren und Alkalien als vor dem Kochen. Nach Berzelius hat das gekochte Fibrin die Eigenschaft, durch Essigsäure und Ammoniak aufzuquellen, gänzlich verloren.

Eine sehr schöne Entdeckung von Berzelius ist die, daß frischer ausgewaschener Faserstoff das Wasserstoffsuperoxyd leicht zersetzt, während das geronnene Eiweiß diese Eigenschaft nicht besitzt. Dieser Unterschied ist constant. Auch Hünefeld fand ihn bestätigt. Der aus alkalischer Lösung gefällte hat nach Letzterem diese Eigenschaft verloren. Dies ist aber auch kein Faserstoff mehr. Wichtig ist die Beobachtung von Scherer, daß durch das Kochen des Faserstoffs oder durch Digeriren mit Weingeist der Unterschied zwischen diesem und dem Eiweiß aufgehoben wird. Es thut jetzt zu

untersuchen Noth, ob das ungeronnene nach Ausziehung der Salze unlöslich gewordene Eiweiß sich nicht etwa wie Faserstoff verhält, was höchst wahrscheinlich ist. — Auch noch eine zweite katalytische Kraft kommt dem Faserstoff zu. Es ist zwar längst bekannt, daß alle thierische Gebilde bei der Berührung mit Sauerstoff diesen in Kohlensäure umwandeln, daß aber der Faserstoff dies in einem auffallend hohen Grade vermag, ist von Denis gezeigt worden. Scherer fand, daß der einige Minuten lang gekochte Faserstoff nicht mehr diese Umsetzung erleidet. In meinen Versuchen bildete 1 Gran Faserstoff von Schafblut binnen 48 Stunden bei 14—15° R. Wärme im Durchschnitt etwas über 0,03 C'' Kohlensäure. Daß frisches Serum nicht den Sauerstoff umwandelt, ist schon eine ältere Beobachtung; interessant ist also die Beobachtung von Scherer, daß nicht gekochtes, festes, ausgewässertes Eiweiß hierin keinen Unterschied vom Faserstoff zeigt. Es blieb nun zu untersuchen übrig, welcher von beiden Stoffen eine stärkere Umsetzung erfährt. Der Faserstoff gab mir verhältnißmäßig die doppelte Menge Kohlensäure als das Eiweiß.

Von der mikroskopischen Verschiedenheit des Faserstoffs und des Eiweißes ist schon früher die Rede gewesen. Das Eiweiß zeigt keine Schollen wie der Faserstoff. Wenn im Hühnereiweiß, und selbst in dem mehrmals filtrirten, sich Schollen vorfinden, so kann dies als keine Ausnahme angesehen werden, da kein Grund vorhanden ist anzunehmen, das dasselbe nicht auch neben den häutigen Theilen geronnenen Faserstoff enthalten könne. Je mehr der Faserstoff mit der Luft in Berührung gekommen, je mehr er zusammengezogen ist, was durch Kochen, Behandlung mit Weingeist und Aether geschieht, desto deutlicher erkennt man in ihm nach feiner Zertheilung und besonders bei Anwendung der Essigsäure die kleinen Plättchen. — Da, wo er auf künstliche Weise aus einer Auflösung, z. B. aus der im Salpeter, niedergeschlagen wird, nimmt er diese charakteristische Form nicht an.

Nach Angabe aller bis jetzt aufgefundenen Unterschiede zwischen geronnenem Faserstoff und Eiweiß fragt es sich nun, ob es einen wesentlichen gebe, und welcher Schluß sich aus demselben auf die verschiedene Natur der beiden Stoffe ziehen lasse. Ich habe schon vorher bemerkt, daß man zwischen dem frischen und dem gereinigten Faserstoff unterscheiden müsse. Beide verhalten sich verschieden gegen Sauerstoff und Wasserstoffsuperoxyd; beide zeigen nicht gleichen Grad der Löslichkeit. Auch in mikroskopischer Hinsicht sind sie nicht gleich. Offenbar ist der frische Faserstoff noch nicht vollständig geronnen, hat noch nicht den höchsten Grad der Verdichtung erreicht, den er erst durch den Einfluß des Sauerstoffs, durch die Siedhitze und durch Alkohol und Aether erhält. Der arterielle Faserstoff ist vielleicht schon stärker geronnen, weil er sich durch Salpeter schwerer auflöſ't; indessen da auch der venöse im gereinigten und getrockneten Zustande noch löslich ist, so können andere Beimischungen, vielleicht das Fett, an der geringern Löslichkeit des arteriellen Faserstoffs Schuld sein. Auch zwischen dem ohne Kochen fest gewordenen und dem gekochten Eiweiß existirt ein Unterschied, besonders in Beziehung auf das Verhalten zum Wasserstoffsuperoxyd. Natürlich kann hier die Differenz nicht so groß sein als bei dem Faserstoff, weil das bei gelinder Wärme eingedampfte unlöslich gewordene Eiweiß bei dem Auswaschen viel mit der Luft in Berührung gekommen ist. — Die zwischen dem Faserstoff und dem Eiweiß bestehenden Unterschiede in der Löslichkeit sind alle nur graduell und hängen wahrscheinlich größtentheils von dem Einflusse fremdartiger Stoffe, namentlich der Salze und der Fette ab; die Unter-

schiede in der Umsetzung der Elemente sind lediglich durch die verschiedene Darstellungsweise der beiden Stoffe bedingt, also nicht wesentlich und größtentheils auch nur graduell; wesentlich ist aber die, freilich geringe, Differenz in der chemischen Zusammensetzung beider Stoffe. Wofern nicht durch Kali oder Säure das Protein dieser Stoffe aus der frühern Verbindung getrennt wird und eine neue eingeht, bleibt der Faserstoff in seinen Elementartheilen verschieden von dem Eiweiß und ist es selbst noch, wenn er aus der Salpeterlösung niedergeschlagen worden. — In ihren Verbindungen mit anderen Stoffen, z. B. Säuren, Alkalien, Chlor, verhalten sich beide Stoffe ganz gleich. Weniger charakteristisch ist der mikroskopische Unterschied, darin nämlich von dem chemischen abweichend, daß bloß der spontan geronnene Faserstoff die Schollenform, und dies nicht immer in gleicher Vollkommenheit, zeigt. — Sehen wir nun zu, welchem Stoffe des thierischen Organismus der Faserstoff darin, daß er 1) mehr Sauerstoff und weniger Kohlenstoff als das Eiweiß enthält, so wie, daß er 2) weniger Asche liefert, sich nähert, so werden wir keinen andern als den Hornstoff finden. Glücklicherweise haben wir so eben unter Liebig's Aufsicht angestellte, sehr verdienstvolle Untersuchungen über die Zusammensetzung der leimgebenden, chondrinhaltigen Gewebe und Horngebilde von Scherer erhalten. Sie zeigen, daß alle diese thierischen Substanzen Modificationen des Proteins sind, und daß keins der genannten Gebilde dem Faserstoff so nahe steht als das hornstoffige. Nur die mittlere Haut der Arterien hat eine noch ähnlichere Zusammensetzung; die übrigen geben verhältnißmäßig noch weniger Kohlenstoff und mehr Sauerstoff. Bloß im Gehalt an Stickstoff und Wasserstoff haben die chondringebenden Gebilde etwas mehr Aehnlichkeit als die leimgebenden und aus Hornstoff bestehenden mit dem Faserstoff. Auch mikroskopisch erinnern die Faserstoffschollen an die Hornblättchen, besonders an die der Epidermis, mit denen sie früher oft genug verwechselt worden sind, was sehr leicht möglich ist, da sie in diese allmälig übergehen können. Wenn man nämlich die Vernarbung eines Hautgeschwürs mikroskopisch studirt, so wird man sich überzeugen, daß, obgleich normalerweise die Epidermisblättchen durch Umwandlung von aufgereihten kugeligen Zellen sich entwickeln, eine unvollkommene Art derselben sich bei der Vernarbung auch durch Eintrocknung der Faserstoffschollen bilden kann. Ueberall, wo eine neue Hautdecke sich bildet, sei es auf der Lederhaut oder in tiefen Kanälen, fehlen die Faserstoffschollen nicht. Sie sind überall, auch die im Blute bei der Gerinnung gebildeten, schwer löslich in Essigsäure, Salzen, Ammoniak, schwieriger als der formlos geronnene Faserstoff, und zeigen auch hierin ihre Verwandtschaft mit dem Hornstoff. Ich rede hier immer nur von einer Annäherung des Faserstoffs zu dem Hornstoff, nicht von Gleichheit; denn dieser ist ein wenig zersetzbares, schwer faulendes Gebilde, jener aber ist, wenn er frisch ist, in einer fortwährenden Umsetzung seiner Elemente begriffen, die er wie jeder Körper dieser Art anderen zusammengesetzten, leicht zersetzbaren Stoffen, wie namentlich dem Wasserstoffsuperoxyd, mittheilen kann. Auch das von den Salzen getrennte, eingekochte Eiweiß theilt diese Eigenschaft, ist derselben jedoch in einem geringern Grade als der Faserstoff theilhaftig. Die spontane Gerinnung des letztern läßt sich vielleicht auf den Anfang dieser Veränderung zurückführen. Der Sauerstoff befördert die Umwandlung bis auf einen gewissen Punkt, macht ihn aber zugleich fester, unlöslicher, dem Hornstoff ähnlicher. Noch mehr modificirt die Siedehitze und der Alkohol seine Natur. Der hart gewordene Stoff, der aus deutlicheren Schollen als jener

besteht, ist viel weniger zersetzbar, bildet aus dem Sauerstoff keine Kohlensäure und zersetzt nicht mehr das Wasserstoffsuperoxyd; er ist also dem Hornstoff ähnlicher geworden.

Kehren wir jetzt zur Frage zurück, in welchem Zustande beide Stoffe im Blute aufgelös't sind, so ist zunächst es keinem Zweifel unterworfen, daß beide wirklich in Auflösung sich darin befinden, obgleich dies noch ganz neuerdings wieder Letellier vom Eiweiß und Addison vom Faserstoff läugneten, indem sie, als bei der mikroskopischen Untersuchung die farblosen Kügelchen des Bluts ihnen aufgefallen waren, nun weiter keine aufgelös'ten Stoffe anzunehmen für nöthig erachteten.

Zustand des Eiweißes im Blute.

Was nun erstens das Eiweiß anbetrifft, so ist erweislich, daß das des Serums in dem Zustande der vollständigsten Lösung vorhanden sei. Dies ist nicht eben so in allen anderen, namentlich nicht in pathologischen Flüssigkeiten der Fall. Oft treffen wir eine hydropische Ansammlung, namentlich im Eierstocke, oder einen eiweißhaltigen Urin an, beide von ganz klebriger und dickflüssiger Beschaffenheit; diese wird aber nicht dadurch bedingt, daß das Eiweiß zum Theil geronnen ist, oder daß das Wasser hier stärker als im dünnen Serum mit Eiweiß saturirt ist. Ich habe mich oft darüber gewundert, daß eine solche ganz dickliche durchsichtige Flüssigkeit nicht mehr als 2 — 3% Eiweiß enthielt, somit viel weniger als das Blutwasser. Es mußte daher in derselben das Eiweiß nicht in dem vollkommensten Grade der Lösung vorhanden gewesen sein, gerade so wie eine Lösung des Eiweißes durch Kali anfangs so dicklich ist, daß man es für unmöglich hält, daß dieselbe später nach und nach ohne Zusatz von Wasser noch ganz dünnflüssig werde. Vergleichen wir das Serum von den einzelnen Thieren, so finden wir auch bei diesen Unterschiede der Klebrigkeit, die sich nicht auf den geringern oder größern Gehalt an Eiweiß zurückführen lassen. Namentlich ist dies der Fall bei dem Pferdeblute. — Nach der ältern und zum Theil noch jetzt gewöhnlichen Ansicht (Thomson, Mulder, Denis, Letellier u. A.) verdankt das Eiweiß des Bluts der Verbindung mit dem Natron (und Kali) seine Lösbarkeit, aus der es durch Alkohol, Hitze und Metallsalze getrennt wird. Den Beweis für diese Ansicht nimmt man aus der leichten Löslichkeit des Eiweißes und Faserstoffs in Alkalien. Schon Berzelius giebt allerdings an, daß es nur wenig Alkali bedürfe, um den Faserstoff zu lösen, und nach Letellier bildet dieser Stoff zu 6 Theilen mit 7 Theilen kohlensaurem Natron auf 155 Theile Wasser durch Kochen eine dem Serum ganz gleiche Flüssigkeit. Diese Aehnlichkeit ist aber nur eine äußere; chemisch verhalten sich Blutwasser und eine wässrige Lösung von Faserstoff oder Eiweiß durch Natron oder Kali verschieden. Erstens gerinnt jenes über dem Feuer, diese nicht; zweitens wird diese bei der Neutralisation durch Essigsäure und Milchsäure, so wie durch schwefelige Säure vollständig gefällt, jenes aber nur wenig getrübt. Die Trübung ist am stärksten nach Verdünnung mit Wasser. Der erstere Unterschied ist freilich nicht entscheidend, da der jedesmal vorhandene Ueberschuß an Alkali das Gerinnen über dem Feuer verhüten könnte; die Präcipitation durch Säuren, die nachher den Niederschlag wieder auflösen, wird aber als ein wesentliches Kennzeichen der Verbindung des Proteins mit Alkali angesehen. Da aber auch im Serum durch Essigsäure eine Trübung entsteht, so könnte dies daher kommen, daß wenigstens ein Theil des Eiweißes mit Alkali verbunden wäre. Indessen scheint mir dieser

Beweisgrund nicht hinreichend, da auch in den Lösungen des reinen Eiweißes durch Salze und selbst nach starker Verdünnung mit Wasser die Essigsäure einen Niederschlag hervorbringt. Kräftiger ist der Beweisgrund, daß durch das Kochen des Serums nicht alles Eiweiß aus dem jetzt stärker als zuvor alkalisch reagirenden Serum niederschlagen wird. Durch längere Zeit nach Abscheidung des Eiweißes fortgesetztes Kochen der Flüssigkeit bildet sich an der Oberfläche derselben ein Häutchen; nur durch Saturation mit Essigsäure kann man das noch übrige Eiweiß niederschlagen. Auch Berzelius nimmt an, daß dies mit Alkali verbunden gewesen ist. Die Quantität des Alkalialbuminats im Serum scheint nicht überall gleich groß zu sein, weder unter den verschiedenen Thierarten, noch bei den einzelnen Individuen derselben Art, wie z. B. bei den verschiedenen Menschen. Bald wird durch Essigsäure viel, bald wenig niedergeschlagen, bald enthält das gekochte Blutwasser noch viel, bald nur wenig Eiweiß in Auflösung. Zuweilen gerann in meinen Versuchen das Blutwasser nach Zusatz von Essigsäure bei 30° R. zu einer ganz festen Gallerte, so daß dies mich auf den Gedanken brachte, es sei vielleicht das Eiweiß hier dem Globulin ähnlich. — Es fragt sich nun: mit welcher Form des Alkalis ist das Eiweiß im Serum verbunden? mit dem kaustischen, kohlensauren oder doppeltkohlensauren? Die Mehrzahl der Chemiker stimmt für das Erstere. So Denis, so Hünefeld, der überhaupt die Existenz des kohlensauren Alkalis im Blute läugnet. Man könnte zu Gunsten dieser Ansicht geltend machen, daß die Kohlensäure das Eiweiß etwas trübt, daß nach Bird sich Kohlensäure beim Kochen des geronnenen Eiweißes mit kohlensaurem Natron bilden soll. Doch sind diese Gründe nur wenig beweisend. Nach J. F. Simon ist das Natron, welches mit dem Eiweiß verbunden ist, ein kohlensaures; doch fehlt auch dafür ein hinreichender Beweis. Daß kohlensaures Alkali im Blute ist, läßt sich wohl darthun, aber nicht, daß dies mit dem Eiweiß eine Verbindung eingegangen. Wichtiger scheint zu sein, daß die Auflösbarkeit des trockenen geronnenen Faserstoffs, so wie des geronnenen Eiweißes am größten ist im kaustischen Kali und Natron, weit größer als im kohlensauren. Das doppeltkohlensaure steht dem kohlensauren fast ganz gleich und löst keineswegs, wie Bird behauptet, den Faserstoff leichter als dieses auf. — Auch durch kaustischen Kalk läßt sich geronnenes Eiweiß auflösen; und da Kalk im Blute vorhanden ist, überall im geronnenen Eiweiß gefunden wird, so mag ein kleiner Theil des Eiweißes mit diesem zu einem löslichen Albuminat verbunden sein. — Nachdem die Auflösbarkeit des Faserstoffs und Eiweißes in Salzen bekannt geworden, mußte auch die Vermuthung entstehen, daß das Eiweiß im Serum zum Theil als ein Salzalbuminat vorkomme. Die Aehnlichkeit zwischen einer eiweißhaltigen Salzlösung und dem Blutwasser ist viel größer als zwischen diesem und dem gelös'ten Alkalialbuminat. Jene Lösung gerinnt nämlich über dem Feuer, wird zum Theil gefällt durch Wasser und ebenfalls, doch auch nur zum Theil, schon durch sehr wenig Säure (Essigsäure), indem sich etwas essigsaures Albuminat bildet, das in salzhaltigen Flüssigkeiten nicht löslich ist. Durch Kohlensäure entsteht in ihr keine Trübung. Der durch kochenden Alkohol aus der Salzlösung gefällte Faserstoff hat eben so wie das auf gleiche Weise behandelte Eiweiß seine chemische Eigenthümlichkeit behalten, ist nicht wie der aus der Alkalilösung präcipitirte in eine andere Proteinverbindung umgewandelt. — Gegen diese hauptsächlich von Denis und Dumas vertheidigte Ansicht hat sich Simon erklärt. Er stellte reines, nicht salzhaltiges Eiweiß dadurch dar, daß er das Eiweiß mit Bleiessig fällte,

auswusch und aus der Verbindung mit Blei durch Schwefelwasserstoffgas befreite. Das Eiweiß ward bei gelindem Erwärmen aufgelöst, filtrirt und eingedampft. Die Asche lieferte keine löslichen Salze. Das gelös'te Eiweiß war keineswegs durch Essigsäure gelös't, weil Kali keinen Niederschlag bildete. Weßhalb sich aber die bei der Bildung des Schwefelbleis aus dem essigsauren Blei frei werdende Essigsäure nicht mit dem Eiweiß, zu dem sie eine große Verwandschaft hat, verbunden haben soll, ist nicht recht einzusehen. Berzelius giebt zwar auch an, daß reines ungeronnenes Albumin in Wasser allmälig sich wieder löse; allein schon Denis macht darauf aufmerksam, daß durch das Eintrocknen ein Theil des Eiweißes seine Löslichkeit verliere. Scherer pulverte das getrocknete nicht coagulirte Eiweiß und zog allmälig die Salze durch Wasser aus, so daß die Asche des auf dem Filtrum zurückbleibenden, ganz unlöslich gewordenen Eiweißes gar keine alkalische Salze enthielt. Dies scheint gegen die Annahme Simon's zu sprechen, daß das flüssige Eiweiß bloß eine andere Form des geronnenen sei und chemisch diesem ganz gleich komme. Ein Hydrat sei jenes nicht, fügt er hinzu, indem die Rückstände gleicher Mengen, wovon die eine coagulirt, die andere bei 40° C. getrocknet ist, keinen Gewichtsunterschied darbieten. Ich bin zwa nicht der Meinung, daß alles Eiweiß des Blutwassers ohne Verbindung mit Alkali und Salzen aufgelös't sei, allein ich sehe keinen Grund ein, die Möglichkeit, daß ein Theil in diesem Zustande sich befinde, zu läugnen. Daß das reine uncoagulirte Eiweiß in Wasser zum Theil wenigstens löslich sei, ist Scherer's interessanten Versuchs ungeachtet nicht zu läugnen. Hätte Scherer das Fett aus dem gepulverten Eiweiß vorher ausgezogen, so würde er das Eiweiß löslicher gefunden haben. Außerdem ist die Löslichkeit in kaltem Wasser geringer als in warmem, und durch die Aussetzung des nassen Eiweißes an die atmosphärische Luft, wie dies in Scherer's Versuchen geschah, wird es wahrscheinlich noch unauflöslicher. Vor Allem kommt es aber bei diesen Versuchen darauf an, daß die Hitze beim Eintrocknen 30° R. nicht viel übersteige. — Daß die Menge des reinen Eiweißes im Serum groß sei, glaube ich allerdings nicht. Wenn man eine verdünnte Kalilösung (1 auf 200 Theile) mit Blutwasser mischt, so müßte das freie Eiweiß sich allmälig mit dem Alkali verbinden, und erstens deßhalb die alkalische Reaction sich etwas mindern, und zweitens nach der Saturation des Alkalis durch Essigsäure sich mehr Bodensatz als in einem eben so, aber ohne Zusatz von Alkali verdünnten Serum bilden. Der Unterschied, welcher sich zeigt, ist jedoch unbeträchtlich.

Somit wäre also das Blutwasser eine Auflösung des Eiweißes, worin dasselbe in verschiedenen Verbindungen sich befindet.

Zustand des Faserstoffs im Blute.

Schwieriger als bei dem Eiweiß ist es bei dem Faserstoff zu entscheiden, in welchem Zustande derselbe sich im Blute befindet. Die Möglichkeit, die noch unbeantwortete Frage über die Ursache der Gerinnung zu lösen, würde nach Lösung jener uns um ein Beträchtliches näher gerückt. Deßhalb haben wir auch vorher die Beurtheilung der Ansichten über die eigentliche Ursache der Gerinnung bis auf diesen Ort aufgeschoben. — Der Faserstoff, so lautet die jetzt in Frankreich geltende Meinung von der Gerinnung, ist ein Theil des im Blute durch kaustisches Alkali aufgelös'ten Eiweißes, der dadurch zu Boden fällt, daß das Alkali durch eine Säure (Kohlensäure) gesättigt wird. Auch Denis theilt diese Ansicht, nur mit dem Unterschied, daß er außer durch Alkali auch

zugleich durch die Salze das Eiweiß als gelös't betrachtet. Wo diese in zu großer Menge vorhanden, verliert nach ihm das Blut seine Gerinnbarkeit. Er gründet auf diese Ursache die Pathogenie und Therapie vieler Krankheiten. Allerdings läßt sich Manches für diese Ansicht sagen. Die schwächsten Säuren bewirken einen schwer löslichen Niederschlag in der Lösung des Faserstoffs und Eiweißes durch Salz und Alkali, und so wie das Salzalbuminat durch Verdünnung mit Wasser gefällt wird, so scheidet sich auch der Faserstoff aus dem durch Zusatz von Neutralsalz ungerinnbar gewordenen Blute aus. Allein auf keine Weise läßt sich aus einer Eiweißlösung ein Stoff niederschlagen, der die äußeren und chemischen Eigenschaften des Faserstoffs besitzt. Die Gerinnung des Eiweißes hat keine Aehnlichkeit mit der des Faserstoffs. Durch Alkali kann man zwar die Gerinnung des Bluts aufheben und das Eiweiß in kochendem Wasser löslich machen, allein nach Sättigung des Alkalis durch Säure gerinnt selbst nach mehren Tagen der Faserstoff, falls nicht das Alkali durch zu concentrirte Beimischung den Faserstoff zersetzt hat, noch auf die gewöhnliche Weise als Faserstoff und nicht als Eiweiß. Eben so zeigt sich der aus einer künstlichen Lösung in Salzen wieder gewonnene Faserstoff in seiner elementären Zusammensetzung verschieden vom Eiweiß. Wäre der Faserstoff nur eine bei der Gerinnung sich bildende Modification des Eiweißes und als solcher nicht schon früher vorhanden, so müßte es gelingen, durch verschiedene Zusätze zum Blute ihn bald in größerer, bald in geringerer Menge zu gewinnen. Dies ist aber nicht der Fall. Ich habe, um mich hiervon zu vergewissern, eine große Reihe von sehr zeitraubenden Versuchen mit Kalbsblut angestellt. Ich vermischte und schüttelte frisches Blut, so wie es aus der Ader lief, (jedesmal 1000 Gr.) mit verschiedenen Portionen Wasser, das mit Alkalien, Salzen oder Säuren in verschiedener Menge, doch immer nur schwach, versetzt war. Die Lösungen übertrafen an Menge in einigen Versuchen das Blut um das Achtfache, in anderen um das Vierfache und in noch anderen nur um das Doppelte. In einem Gefäße befand sich außerdem reines Wasser ohne Zusatz. Die Resultate in Beziehung auf die nach dem Auswaschen erhaltene Faserstoffmenge waren folgende: 1) Essigsäure ½ — 4 Tropfen: der Unterschied vom Normal unbeträchtlich; das eine Mal bei 1 Tropfen Zunahme des Faserstoffs, das andere Mal eine Abnahme. — Bei 6 Tropfen und 9000 Gr. Wasser gerann die eine Hälfte des Faserstoffs fest, die andere nur wie Eiweiß; bei größerer Menge bildete sich erst nach Zusatz von Alkali ein Niederschlag. 2) Chlorwasserstoffsäure ½ — 2 Tropfen: fast ganz die normale Menge Faserstoff. Bei mehr Säure ward der Faserstoff nicht mehr fest. 3) Kaustisches Ammoniak zu 1 — 4 Tropfen: eher Verminderung als Vermehrung (wenigstens bei 3 und 4 Tropfen). 4) Kohlensaures Natron: bei 7 Gr. etwas Abnahme, bei 14 Gran und darüber Aufhebung der Gerinnung. Durch Zusatz von etwas Essigsäure erhielt ich darauf eine größere Menge als normal, eben so, wo in demselben Verhältniß kaustisches Natron angewandt war. Bei doppeltkohlensaurem Natron (14 Gr.) gerann der Faserstoff ganz normal, aber in etwas verminderter Quantität. 5) Kochsalz 15 — 30 Gr.: weniger Faserstoff. Bei 80 Gr. in einem Falle etwas mehr, als wo kein Zusatz zum Wasser. 6) Aether statt Wasser mit dem Blute gemischt: beträchtliche Zunahme des Faserstoffs. — Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, daß die Menge des Faserstoffs von der Menge des Fällungsmittels nicht abhängig ist, sonst müßten vor Allem die kleinen Zusätze von Essigsäure, die den Faserstoff selbst nicht zersetzen können, durch Sättigung des Alkalis

die Menge des gerinnenden Stoffs vermehren. Die in obigen Versuchen vorkommenden Ausnahmen sind davon abhängig, daß der geronnene Faserstoff entweder zu gleicher Zeit präcipitirtes Eiweiß mit einschloß, von dem es nur durch stärkeres Auswaschen hätte befreit werden können, oder daß Blutkörperchen an ihm haften blieben. Ersteres war der Fall bei der Sättigung des durch Essigsäure oder Natron ungerinnbar gewordenen Bluts, Letzteres bei dem Kochsalz (80 Gr.) und dem Aether; durch diesen waren die Blutkörperchen zersetzt; der Faserstoff schloß die Rudimente derselben, Kerne und Hüllen, in größter Menge ein.

Durch diese Behauptung, daß der Faserstoff im Blute als solcher präformirt, fertig gebildet sei und nicht erst bei der Gerinnung entstehe, gerathen wir mit einem geistreichen Physiologen in Widerspruch. Nach Schultz ist der flüssige Faserstoff nicht als solcher, sondern als ein vom Eiweiß chemisch ungetrennter und dabei allein durch die Lebenskraft, nicht durch chemische Ursachen flüssig erhaltener Theil des Plasma im Körper vorhanden, und es hängt von der Art und Weise der Gerinnung ab, ob viel oder wenig Faserstoff sich ausscheidet. Wir finden bei ihm folgende Thatsachen erzählt, die seiner Ansicht zur Stütze dienen könnten. Man erhält nach seinen Beobachtungen eine verschiedene Menge Faserstoff, je nachdem man 1) das Blut ruhig gerinnen läßt oder schlägt, 2) an der Luft gerinnen läßt oder in einem Darm auffängt und dadurch, nämlich durch Entziehung des Luftzutritts, längere Zeit flüssig erhält, und 3) die Gerinnung gleich vor sich gehen läßt, oder durch Salz aufschiebt und dann erst durch Zusatz von Wasser hervorruft. Mit Ausnahme des letzten Falls, wo offenbar noch ein Theil Faserstoff in der Verbindung mit den Salzen flüssig bleibt, und deßhalb nur die Hälfte der gewöhnlichen Menge Faserstoff von Schultz gewonnen ward, kann ich nicht umhin, jene immer unbeträchtlichen Differenzen in den Faserstoffmengen bloß von der verschiedenen Form, unter welcher derselbe gerinnt, abhängig zu erklären. Es ist oben dargethan worden, wie es verschiedene Stufen der Gerinnung des Faserstoffs gebe, indem derselbe bald fest, bald locker, bald in formloser Masse, bald in Schollen sich zeige, und wie in einem Blute der Faserstoff als Schollen in beträchtlicher Menge vertheilt sein könne, ohne aus demselben dargestellt werden zu können. Eben weil der Faserstoff seine volle Festigkeit nicht auf einmal erlangt, wie dies die allmälige Zusammenziehung des Blutkuchens darthut, ist es für die Gerinnung der größt möglichsten Menge auch nicht einerlei, ob der Kuchen sogleich nach seiner Bildung oder erst später ausgewaschen wird. Weil der Sauerstoff die Festigkeit des gerinnenden Faserstoffs bedingt, kann es also scheinen, als ob von dem Grade der Einwirkung von jenem die Menge des letzteren abhänge. Warum hört aber bei dem Schlagen des Bluts die Gerinnung des Faserstoffs plötzlich auf, und warum ist alles später noch so lange fortgesetztes Schlagen nicht im Stande, auch nur die geringste Menge Faserstoff auszuscheiden, was doch der Fall sein müßte, wenn der Sauerstoff die Menge des sich jetzt erst bildenden Stoffs bestimmte?

Wenn nun auch angenommen werden muß, der Faserstoff sei nicht als Alkalialbuminat im Blute aufgelös't, sondern als ein schon fertiger Stoff in demselben vorhanden, so ist damit die Hypothese, daß er mit dem Alkali verbunden sei, durchaus nicht als unhaltbar bei Seite geschoben, vielmehr sprechen mehre Gründe für dieselbe. Jemehr das fixe Alkali in einem Blute vorwaltet, desto später erfolgt die Gerinnung, und wenn es dem frisch

gelassenen Blute in mäßiger Menge zugesetzt wird, so hebt es die Gerinnung auf, ohne den Faserstoff zu zersetzen, der noch durch Sättigung des Natrons wieder zum Gerinnen gebracht werden kann. Besonders muß ich hier an das von mir in dem Thierreiche entdeckte Gesetz erinnern, daß Faserstoff und Alkali in einem graden Verhältniß zu einander stehen. Auch ist es sehr gewöhnlich, bei Menschen, wo der Gehalt an Faserstoff vermehrt ist, eben so den des Alkalis vermehrt zu finden. Ob dies aber als Regel gelten kann, weiß ich noch nicht. Zu bestimmen, mit welchem Alkali und mit welcher Form desselben der Faserstoff eine Verbindung bilde, liegt außer dem Bereich der jetzigen Kenntnisse. Wenn überhaupt diese Hypothese richtig ist, so muß die Verbindung die eines niedern Grades sein, eine solche, wie wir sie aus dem geronnenen Faserstoff nicht darzustellen vermögen. Wir kennen nur solche, wo das Alkali im Ueberschuß vorhanden, und aus welchen der Faserstoff nicht mehr in seiner ursprünglichen Zusammensetzung erhalten werden kann. Daß es aber noch andere Verbindungen geben muß, geht daraus hervor, daß der Faserstoff durch Zusatz einer ganz unbeträchtlichen Menge Alkali im Nitrum löslicher wird und dann nicht mehr durch Wasser fällbar ist, und daß die Mischung einer wässrigen Lösung von 15 Gr. Alkali mit 1000 Gr. Blut die Gerinnung des Faserstoffs aufhebt, ohne dabei jedoch denselben zu zersetzen, der nach Saturation des Alkalis noch auf normale Weise zu gerinnen vermag. Sollte vielleicht das Fett bei dieser Verbindung des Faserstoffs mit dem Alkali eine Rolle spielen? Bei Menschen ist fast immer die Steigerung des Gehalts an Faserstoff auch mit dem an Fett verbunden. Und Alles, was das Fett zum Gerinnen bringt oder auszieht, befördert auch die Gerinnung des Bluts. Deßhalb könnte der Aether, die Kälte, die Säuren die Gerinnung befördern, und die Alkalien, die diese zusammengesetzte Seife nicht zerstören, dieselbe hemmen.

Es ist hier der Ort, die Wahrheit der Behauptung, daß die Kohlensäure durch Sättigung des Alkalis den Faserstoff zum Gerinnen bringe, näher zu prüfen. Da die Kohlensäure, wenn sie mit frischem Blut in Berührung tritt, die Gerinnung verlangsamt, da die doppeltkohlensauren Alkalien die Festwerdung des Faserstoffs, wenn auch nicht so stark als die kaustischen, doch immer höchst auffallend verzögern, da das an Kohlensäure reichere venöse Blut später gerinnt als das arterielle, und überhaupt, je dunkler das Blut, desto später, und umgekehrt, je heller das Blut, desto früher dieser Vorgang erfolgt, und da endlich die längere Einwirkung der Kohlensäure den geronnenen Faserstoff nach meinen Versuchen in Salzen und Alkalien löslicher macht: so entbehrt jene so oft wiederholte Ansicht jeder Basis. Somit könnte also viel eher die dieser gerade entgegenstehende ältere Scudamore'sche Ansicht, nach welcher das Entweichen der Kohlensäure aus dem Blute die Ursache der Gerinnung ist, als die richtige erscheinen. Nach Scudamore scheidet das Blut bei der Gerinnung Kohlensäure aus, und wenn auch dies, wie Hünefeld gezeigt hat (s. o. »Blutdunst«), nur sehr wenig sein sollte, so kann es um so weniger geläugnet werden, als aus dem Blute außerhalb des Körpers auch späterhin fortwährend Kohlensäure entweicht, und ein anderer Theil derselben sich mit den Blutkörperchen verbindet, weßhalb diese von selbst, je länger sie dem Einflusse der atmosphärischen Luft entzogen sind, desto dunkeler werden. Weil indessen kaustisches Alkali, obgleich es die Kohlensäure rasch auffaugt, doch selbst in kleinen Mengen die Gerinnung aufhebt, darf das Entweichen der Kohlensäure aus dem Blute nicht als die nächste Ursache der Gerinnung gelten, sondern

die Anwesenheit dieses Gases kann nur dadurch hemmend auf die Gerinnung wirken, daß durch sie der Einfluß des Sauerstoffs auf das Blut beschränkt wird. Denn daß der Sauerstoff den größten Einfluß auf die Gerinnung und auf die Erhärtung des geronnenen Faserstoffs ausübt, ist oben nachgewiesen worden. Ganz gut verträgt sich mit dieser Ansicht noch eine andere, daß nämlich die Gerinnung des Faserstoffs denjenigen Vorgängen zugezählt werden müsse, die man nach Berzelius' Ausdruck aus der Contactwirkung erklärt. Der Faserstoff ist derjenige Theil des im Blute vorhandenen Proteins, dessen Elemente in einer beständigen Umsetzung begriffen sind. So lange der Faserstoff noch im Blute aufgelös't ist, kann diese Umsetzung nur schwach vor sich gehen; sie geht indessen schon hier vor sich, denn auch im lebenden Körper gerinnt schon bei der Bildung der Organe der Faserstoff in geringem Grade. Auf diese Umwandlung wirkt denn vor Allem der Sauerstoff ein, der dem Faserstoff einen Theil seines Kohlenstoffs entzieht und ihn dadurch sowohl in der Gestalt seiner anatomischen Elemente als in der geringen Löslichkeit und in der elementären Zusammensetzung dem Hornstoffe ähnlicher macht. Daher denn, je größer im Körper die Zersetzung ist, desto eher auch das Blut gerinnt, wie im Kindbettfieber, in der Pest, in den meisten bösartigen Fiebern, mit Ausnahme des höchsten Grades dieser Krankheiten, wo das Blut alle Gerinnbarkeit verloren hat. So ist denn auch erklärlich, weßhalb nach Schröder van der Kolk's und J. Davy's Beobachtung ein Stück geronnenen Faserstoffs, in frisches Blut gelegt, die Gerinnung desselben beschleunigt. Wenn diese Substanz die Neigung zur Umsetzung der Elemente dem Wasserstoffsuperoxyde mittheilt, so muß dies noch vielmehr bei den gleichartigen Stoffen der Fall sein, also gerade so wie in denjenigen Vorgängen, welche wir Gährung nennen. Auch der Eiter, dessen Beimischung zum kreisenden Blute durch die Beschleunigung der Gerinnung so gefährlich wirkt und dazu beiträgt, in kurzer Zeit das Gerinnsel in Eiter zu verwandeln, wirkt wahrscheinlich nur durch den Contact, nicht chemisch auf den Faserstoff. Selbst die Anwesenheit der Blutkörperchen befördert jenen Vorgang, denn die vom frischen Blute des Pferdes abgeschöpfte Faserhautflüssigkeit sah ich später gerinnen, als die mit dem rothen Theile des Bluts in Verbindung gebliebene; doch könnte auch hier der sauerstoffhaltige Farbestoff wirksamer gewesen sein als die aus Faserstoff bestehende Hülle derselben. — Diesen merkwürdigen Proceß, der uns zu einer so vielseitigen Betrachtung Anlaß gegeben hat, wollen wir uns aber keineswegs als einen rein chemischen denken; für chemisch mögen wir ihn zwar halten, aber der Stoff, welcher ihn erleidet, ist ein belebter, und dies ist der Grund, warum wir diesen Vorgang nicht mit künstlichen Auflösungen nachahmen können, und dies ist nicht minder der Grund, warum die Faserstoffschollen in einer so bestimmten Größe sich bilden und nicht wie die Krystalle, z. B. die der auch in thierischen Flüssigkeiten aufgelös'ten Cholestearine, in kleinen und großen Exemplaren gefunden werden. Und doch zeigt gerade in Hinsicht der Cholestearine das thierische Leben seine Macht, denn es hat noch Niemand ermitteln können, auf welche Weise dieselbe im Blute aufgelö'st ist, da sie geronnen nur in Aether sich lös't. Was Wunder, daß dies mit dem viel höher stehenden Faserstoff eben so geht!

2) Extractivstoffe (nebst Speichelstoff und Harnstoff).

Man theilt die Extractivstoffe ein in die durch Alkohol, Weingeist und Wasser löslichen. Sie sind größtentheils ein Product aus dem Eiweiß und

Faserstoff, durch Kochen entstanden. Früher faßte man sie unter dem Namen »Osmazom« zusammen. Leim ist nicht in ihnen enthalten. Der Speichelstoff ist von dem Extractivstoff als eine besondere Substanz von Berzelius getrennt worden. Auch von ihm sind, wie L. Gmelin zuerst gezeigt, Spuren im Blute vorhanden. Die Extractivstoffe überhaupt sind noch nicht näher bezeichnet worden. Jede Art derselben ist ein Gemenge von verschiedenen Substanzen. Denis, welcher in seinen früheren Analysen Osmazom (in Alkohol lösliches Extract) und Cruorine (durch Kochen des Faserstoffs entstandenes Natronfibrat) aufführte, läßt in seinen neueren beide Bestandtheile aus. Letzteres rechnet er zum Eiweiß, und ersteres betrachtet er als bestehend aus Salzen, gelbem Farbestoff, etwas öl- und margarinsaurem Natron, etwas Cerebrine und sehr wenig Natronalbuminat. Auch Berzelius hält das Wasserextract für eine Verbindung des Eiweißes mit kohlensaurem Alkali und Salzen, das Alkoholextract für ein Gemenge aus mehren Substanzen, namentlich aus Eiweiß mit Natron und milchsauren Salzen. Simon giebt an, daß im Wasserextract unter Anderm auch Zomidin und Casein sich befinden, und daß das Alkoholextract wohl mit Zinnchlorür und salpetersaurem Silberoxyd, aber nicht mit gewöhnlichen Reagentien des Eiweißes einen Niederschlag gebe. In allen drei Extracten befinden sich Salze, die nicht von dem thierischen Stoffe getrennt werden können. Mehre Chemiker haben in den Analysen nicht die Extractivstoffe von den Salzen getrennt: so z. B. nicht Simon. Ziehen wir bei ihm von den Extractivstoffen die Salze, wie ich deren Menge bestimmt habe, ab, so erhalten wir Extractivstoff bei Menschen 6,3, bei Pferden 5,2 und bei Ochsen 2,5. Die Angaben der übrigen Chemiker sind folgende. Marcet: Extractivstoff mit milchsauren Salzen im Serum des Menschen 4,0. Berzelius: Fleischextract und milchsaures Natron im Serum des Menschen 4,0; Natronalbuminat und milchsaures Kali in dem Serum der Ochsen 6,2. Le Canu, als Mittel aus zwei Analysen von Menschenblut: 1) Alkoholextract 1,855; 2) Wasserextract, Natron mit Eiweiß 1,6375; also zusammen 3,4925. Denis (in seinen früheren Analysen): 1) Osmazom 1,8 (1,0 — 3,1), bei Frauen mehr als bei Männern; 2) Cruorine 1,4 (0,9 — 3,1). Richardson: Fleischextract und Milchsäure 1,831. — Es geht aus den drei letzten Angaben hervor, daß die Menge des Alkoholextracts im Blute der Menschen im Durchschnitt ungefähr 1,8 beträgt. Ich habe früher auch stets in den Analysen das Osmazom berechnet, habe aber eingesehen, daß daraus kein Nutzen erwächst, und es vorgezogen, lieber genauer das Alkali im Blute zu bestimmen, da nach diesem der Gehalt an Extractivstoff sich richtet. Nur die eine Bemerkung will ich erwähnen, daß bei Kindern und jungen Thieren, besonders bei Kälbern, die Menge des Extractivstoffs eine beträchtlich größere als bei ausgewachsenen Menschen und Thieren war.

Was den Harnstoff des Bluts anbelangt, so hatte man vergebens versucht, ihn im Blute gesunder Menschen und Thiere nachzuweisen, obgleich doch Prévost und Dumas, so wie Tiedemann und Gmelin seine Existenz im Blute der Thiere nach Ausscheidung der Nieren und Andere bei Krankheiten mit gehemmter oder abnormer Absonderung des Urins (Bright'sche Nierenentartung, Cholera) ihn nachgewiesen hatten. Selbst bei stickstoffloser Nahrung und Unterbindung der Nierenarterien hat Marchand bei einem Hunde diesen Stoff im Blute gefunden. Die vergeblichen Bemühungen von Tiedemann und Gmelin, Le Canu und Barruel, Denis, so wie von Marchand waren um so auffallender, als die Krystallisa-

tion des Kochsalzes in Octaedern, oder, wie Hünefeld hinzufügt, in Salmiakefflorescenz deutlich die Anwesenheit des Harnstoffs anzeigt, und nach Marchand schon 0,0017 % Harnstoff diese Wirkung auf das Kochsalz äußert. Letzterer erklärt dies Räthsel sehr einfach dadurch, daß die Anwesenheit des Eiweißes die Auffindung von weniger als ¼ % unmöglich macht. So eben will aber Simon [1]) die Anwesenheit einer sehr geringen Menge Harnstoff im normalen Kalbsblute nachgewiesen haben. — Zucker hat man im Blute nur bei der Honigharnruhr, nicht in der Gesundheit gefunden. Wahrscheinlich ist er jedoch in einer kleinen Menge ein normaler Bestandtheil des Bluts.

3) Fett.

Chevreul und L. Gmelin haben zuerst nachgewiesen, daß im Blute manche Arten von Fett vorkommen, und Berzelius zeigte, daß jeder Bestandtheil des Bluts mit Fett verbunden ist. Die neueren Untersuchungen von Le Canu, Denis, Boudet und Berzelius haben ergeben, daß drei Hauptarten von Fett im Blute vorkommen: 1) feste, krystallinische, nur in heißem Alkohol lösliche, 2) ölige, saure, verseifte, und 3) nach Berzelius von diesen noch zu unterscheidende, von Le Canu zu ersteren gezählte phosphor- und stickstoffhaltige, gefärbte. Die festen Fette sind: a) Cholesteaxrine (Gallenfett), b) Cerebrine (Gehirnfett) und c) die von Boudet entdeckte Seroline. Bei Schweinen kommt auch noch Stearine vor. Die sauren Fette sind nach Berzelius und Denis: a) Oleinsäure (Oelfett), b) Margarinsäure und c) eine flüchtige Säure. — Was Berzelius und Boudet vermutheten, daß diese Fette im verseiften Zustande sich befinden, bewies Le Canu. — Die Fette sind theils, wie L. Gmelin zuerst gezeigt, im Serum aufgelös't (die sauren Fette), theils darin vermittelst des Eiweißes aufgeschlämmt (die festen Fette), theils, wie Berzelius mit Recht aus Le Canu's Analyse schließt, in den Blutkörperchen (s. o. »Zusammensetzung der Blutkörperchen«) eingeschlossen (die phosphorhaltigen Fette). Die aufgeschlämmten werden bei der spontanen Gerinnung des Faserstoffs und bei der künstlichen des Eiweißes von diesen Substanzen eingeschlossen und können nur aus denselben nach deren feinerer Vertheilung mehr oder weniger vollkommen mit großer Schwierigkeit ausgeschieden werden. Wenn der Faserstoff vor seiner quantitativen Bestimmung nicht mit Aether ausgekocht wird, so verliert man im Durchschnitt zum wenigsten 0,1 Theil festes Fett auf 1000 Theile Blut. Ich fand in 100 Theilen getrocknetem Faserstoff aus gesundem Menschenblut im Durchschnitt 4,9, in eben so viel aus faserhäutigem 8,5 Theile Fett. Bei dem Blute der pflanzenfressenden Thiere ist der Verlust noch viel größer, daher denn die Chemiker meist zu wenig Fett berechnen. Folgendes sind die hauptsächlichsten Angaben:

nach Le Canu

festes phosphorhaltiges Fett	3,36
ölige Materie	1,79
im Ganzen	5,15

nach Denis

festes Fett . .	6,4 (6,3 — 6,5)
verseiftes Fett	2,25 (2,21—2,29)
	8,65

nach Richardson

krystallinisches Fett	1,357
öliges Fett . . .	0,808
	2,165

[1]) Müller's Archiv. 1841. S. 457.

Simon fand nur im Ganzen 2,345 Fett im Menschenblute. Damit lautet das Resultat meiner Analysen ganz übereinstimmend, nämlich 2,0 — 2,5. Im Serum ist davon ungefähr die Hälfte aufgelös't. — In Krankheiten zeigt sich zuweilen die Menge sehr vermehrt. Le Canu fand einmal in 1000 Theilen Serum 117 Theile fette Materie. Ein sehr fettreiches Blut hat ein milchiges Aussehen; doch kann auch wohl eine große Menge Fett vorhanden sein, ohne daß dies Merkmal sich findet. So sah ich es im Icterus einmal. Was die ursprünglichen Bedingungen des vermehrten Fettgehalts anbelangt, so scheint bald gestörte Gallenbereitung, bald gehinderte Ablagerung des Fettes an anderen Orten, bald vermehrte Absorption des im Körper abgelagerten, bald vermehrte Bildung desselben im Darmkanal Ursache dieses Phänomens zu sein. Cholera, Icterus, Lungenschwindsucht, und Brightsche Krankheit, so wie Trunksucht machen das Blut fettreich. Die größten Fettmengen kommen aber bei oft ziemlich gesunden Menschen vor, die nicht an diesen Krankheiten leiden. Das ist dann ein saures Fett. — In Betreff des Thierbluts fand ich, daß das der Fleischfresser, Schweine und Pferde, und besonders das der Vögel wenig festes Fett liefert, und daß das der Vögel und Ochsen auffallend gelb ist. Bei Hunden erhielt ich im Durchschnitt von neun Analysen 2,8 (2,0 — 3,6) Fett; bei jüngeren Thieren am meisten. Eben so verhält sich Kalbsblut in Vergleich mit dem der Ochsen. Das Blut der Ziegen und Schafe enthält am wenigsten Fett (0,5 — 1,0); dann folgt das der Pferde. Ziemlich gleich in dieser Beziehung stehen Katzen und Kaninchen; bei Schweinen ist die Menge nicht reichlicher als bei Hunden. Merkwürdig ist, daß bei Vögeln (Gänsen) der Fettgehalt ganz unregelmäßig ist, bald 1,5, bald 3,5 beträgt und zuweilen bis auf 70,8 steigen kann. — Simon fand im Blute der Ochsen 5,59, der Kälber 4,191 und der Pferde 1,73 Fett.

4) Gelber Farbestoff (Gallenpigment).

Dieser Stoff ertheilt dem Blutwasser seine grüngelbliche Farbe. Denis gelangte vermittelst der Behandlung des Bluts mit Alkohol, Aether und Wasser, in welchen allen drei Flüssigkeiten der Farbestoff löslich ist, dahin, denselben zu isoliren; jedoch war die Scheidung nicht ganz vollständig, denn immer blieb etwas verseiftes Fett mit letzterem in Verbindung. Der Farbestoff muß leichter in Wasser als in Aether löslich sein, denn als ich das stark gelbgefärbte flüssige Serum eines Gelbsüchtigen mit Aether schüttelte, zeigte das sich ausscheidende Fett eine ganz weiße, nicht gelbe Farbe; der Farbestoff war also im Serum zurückgeblieben. — Das, was Sanson als gelben Farbestoff bezeichnet, ist etwas ganz Anderes, nämlich durch Natron aufgelös'tes Hämatin, weßhalb derselbe auch durch Chlorwasserstoffsäure nicht grün niederschlagen wurde. Durch die Schwefelsäure hatte Sanson vorher den Gallenfarbestoff zersetzt. — Das gefärbte phosphorhaltige Fett erhält nach Denis durch Beimischung dieses Stoffes seine Farbe, die nach dem Kochen roth wird. Wenn man das Serum bei der Analyse eintrocknet, gelingt es nicht, den Farbestoff zu isoliren; man muß daher das Eiweiß bloß durch Alkohol niederschlagen. — Die quantitative Bestimmung des gelben Farbestoffs ist bis jetzt noch nicht möglich gewesen. Denis schätzt nach der Intensität der Farbe, die das alkoholische Extract zeigt, die Menge auf 3,0 (?) in 1000 Theilen Serum.

Es ist bisher noch nicht gelungen, im Blute außer dem Farbestoff andere Bestandtheile der Galle nachzuweisen, selbst nicht einmal bei Gelb-

süchtigen. So hat Simon hier noch neuerdings das Bilin von Berzelius vergebens gesucht; er fand nur Biliphäin. Denis hatte ebenfalls ohne Erfolg dem Pikromel im Blute der Ochsen nachgespürt. Der gelbe Farbestoff ist bei diesen Thieren nach meinen Versuchen sehr reichlich vorhanden.

b) Unorganische Stoffe: Salze.

Die Salze des Bluts sind theils alkalinische, theils erdige.

1) Die alkalinischen Salze.

Sie haben Natron und Kali, vielleicht auch Ammoniak zur Basis. Das Natron waltet bei den Menschen vor; das Kali ist bei den pflanzenfressenden Thieren am reichlichsten vorhanden. Ob das Ammoniak schon im lebenden Körper vorhanden oder sich erst durch Zersetzung bildet, ist zweifelhaft. Die Secrete enthalten zwar Ammoniaksalze, doch könnten diese erst in den Absonderungsorganen entstehen.— Die Basen sind in Verbindung mit Chlor, Kohlensäure, Milchsäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure, außerdem mit den Fettsäuren. Zum Theil werden die Phosphor- und Schwefelsäure, wenn wir sie in der Asche des ganzen Bluts in Verbindung mit dem Alkali finden, erst bei der Verbrennung der Proteinverbindungen durch Oxydation des Phosphors und Schwefels gebildet. Der Phosphor kommt hauptsächlich deßhalb meinen Untersuchungen nach aus dem Cruor her, weil desto mehr phosphorsaures Natron bei den Thieren sich vorfindet, je mehr Cruor ihr Blut enthält.— Da die Chemiker nicht alle gleiche Arten von Salzen im normalen Blute angeben, so lasse ich hier eine Zusammenstellung der verschiedenen Salze mit den Namen derjenigen Chemiker, welche dieselben gefunden haben, folgen.

1) Chlorsalze: α) Chlornatrium ist unbezweifelt im Blute. β) Chlorkalium nach Marcet, Le Canu, Richardson, Berzelius. Letzterer giebt beim Ochsen bloß Chlorkalium ohne Chlornatrium an. Denis läugnet die Anwesenheit des Chlorkaliums. γ) Chlorammonium nach Le Canu und Hünefeld. Letzterer glaubt, daß es sich erst bei der Analyse aus phosphorsaurem Ammoniak und Kochsalz entwickele.

2) Kohlensaure Salze: die alkalische Reaction des Bluts findet sich allgemein; ungewiß ist es, ob sie vom kaustischen, kohlensauren oder doppeltkohlensauren Natron kommt. α) Kohlensaures Alkali: Berzelius, Marcet, Le Canu, Richardson, Simon. β) Anderthalbkohlensaures Alkali: J. Davy. γ) Kaustisches Alkali: Denis, Hünefeld. Nach Ersterm ist es an Fett und Eiweiß gebunden. Etwas kaustisches Natron im Albuminat geben auch Berzelius und Richardson an; mit Fettsäure gebunden ebenfalls Le Canu.

3) Milchsaure Salze: α) Natron: Le Canu, Richardson, Hünefeld. Nach Letzterm ist es mit Ausnahme des Chlornatriums das hauptsächlichste Salz im Blute. β) Kali: Berzelius beim Ochsen (ohne milchsaures Natron). Denis läugnet alles milchsaure Salz, Richardson bloß das milchsaure Kali. — Bei dem Verbrennen des Bluts erhält man natürlich die milchsauren Salze als kohlensaure. — Gegen die Annahme des essigsauren Alkalis (nach Tiedemann und Gmelin) streitet Hünefeld.

4) Phosphorsaure Salze: nach Berzelius und Denis sind sie als solche schon im Blute vorhanden, nicht erst bei der Calcination gebildet. α) Natron: Denis, Hünefeld, Richardson. β) Kali wird

von Richardson bestritten. γ) Ammoniak wird von Hünefeld wahrscheinlich gemacht.

5) Schwefelsaure Salze: nach Hünefeld als solche schon im flüssigen Blute. α) Natron: Denis, Richardson; geläugnet von Le Canu. β) Kali: Marcet, Le Canu, Denis; von Richardson bestritten.

Am wichtigsten ist unter diesen Differenzen die über die Frage, ob außer dem Natronalbuminat, dessen Existenz oben wahrscheinlich gemacht worden, noch kohlensaures Alkali im Blute sei. Sie ist für die Lehre vom Athmen von dem größten Einfluß. Natürlich, wer das kohlensaure Alkali läugnet und freie im Blute diffundirte Kohlensäure statuirt, kann kein freies kaustisches Natron im Blute annehmen; alles Natron ist dann an das Eiweiß getreten, und dies reagirt in der Verbindung alkalisch. Daß aber kohlensaures Alkali im Blute ist, beweis't die Entwickelung der Kohlensäure aus dem Blute und Blutwasser durch ganz schwache Säuren. Diese Gasentwickelung ist besonders beim Kochen des Bluts mit Essigsäure nach Tiedemann und Gmelin sehr beträchtlich; jedoch ist sie auch in niederer Temperatur ganz deutlich. Merkwürdigerweise läugnet J. Davy diese Erscheinung, obgleich er dem Cremor tartari diese Wirkung zuschreibt, die er jedoch rein mechanisch erklärt. Hünefeld, der zwar die Luftentwickelung durch schwache Säuren nicht bestreitet, hat gegen die Annahme, daß sie aus dem zersetzten Salze komme, eingewendet, daß, wenn man durch Aether oder Wasserstoffgas die im Serum diffundirte Kohlensäure austreibe und nach Verdunstung des Aethers etwas Milchsäure zusetze, keine Kohlensäure mehr sich entwickele. Allein könnte nicht wohl der Aether dadurch, daß er die verseiften Fette zersetzt, Natron frei machen, das nachher die durch die Milchsäure aus dem kohlensauren Alkali frei werdende Kohlensäure auffaugt, und könnte nicht die mit dem Wasserstoffgas, falls es nicht gut gereinigt war, verbundene Schwefelsäure das kohlensaure Alkali schon in schwefelsaures umgewandelt haben? Außerdem zersetzt Wasserstoffgas wie das doppeltkohlensaure Alkali wahrscheinlich auch das anderthalbsaure. — Als Bicarbonat darf man sich alles Alkali nicht denken, weil das Blut meist mehr Kohlensäuregas zu absorbiren vermag als reines Wasser; wenigstens gilt dies vom venösen Blute. Ich habe gefunden, daß ein Blut um so mehr Kohlensäure zu absorbiren im Stande ist, je mehr es nach der Einäscherung kohlensaures Alkali liefert. Es muß also das Alkali in einem noch nicht ganz mit Kohlensäure gesättigten Zustande im Blute vorhanden sein. Sättigt man das Alkali mit etwas Essigsäure ganz allmälig und nur so, daß kaum die alkalische Reaction verschwindet, so wird dadurch die Fähigkeit, das Kohlensäuregas zu absorbiren, beträchtlich vermindert. Ich glaubte anfangs, daß dies beweise, es könne nicht doppeltkohlensaures Alkali im Blute sein; doch ist dies, wie Herr Professor Liebig mich zu belehren die Güte hatte, irrig, weil die Kohlensäure nach der Ausscheidung aus dem Serum zum Theil diffundirt bleibt. Es beweis't dieser Versuch nur, daß sich kohlensaures Alkali im Blute vorfindet. — Da unter der Luftpumpe nach sehr starkem Auspumpen das Blut kohlensaures Gas fahren läßt, so ist es am wahrscheinlichsten, daß dies an Alkali unter der Form des anderthalbkohlensauren Salzes oder wenigstens zum Theil unter der des doppeltkohlensauren gebunden ist. Letzteres und nicht ersteres ist nach J. Davy deßhalb nicht im Blute, weil das Bicarbonat sich durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft zersetzt und sich in Sesquicarbonat verwandelt, so wie dies auch mit dem Carbonat der Fall sein soll. Es

könnte aus diesem Grunde nur im venösen Blute das Bicarbonat existiren. (Weiteres s. unter »Luftgehalt des Bluts.«)

Was die Menge der alkalinischen Salze anbelangt, welche im Blute vorhanden, so sind die Bestimmungen von Denis die genauesten. Er berechnet in seinem neuesten Werke aus einzelnen Analysen den Salzgehalt für gesunde Menschen so:

Chlornatrium . . .	3,537	—	3,668
kaustisches Natron . .	0,884	—	0,917
schwefelsaures Natron .	0,707	—	0,734
schwefelsaures Kali . .	0,707	—	0,734
phosphorsaures Natron .	0,265	—	0,275
	6,100	—	6,328.

Indessen ist die Breite, zwischen der die Menge der einzelnen Salze bei gesunden Menschen schwankt, meinen Untersuchungen nach viel größer, als hier Denis, von einer nicht haltbaren Hypothese ausgehend, beweis't.

Richardson fand:	Chlorsalze	5,341
	kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Salze .	2,110
		7,451.

Berzelius, Marcet und Le Canu berechneten die Salze in 1000 Theilen Blutwasser, die beiden ersteren Chemiker jedoch nur die Chlorsalze, die anderen bloß die Salze in Verbindung mit den Extractivstoffen; Berzelius fand 6,0 und Marcet 6,6 an Chlorsalzen, also ungefähr 5,5 auf 1000 Theile Blut.

Le Canu giebt an:	Chlornatrium und Chlorkalium .	6,0	und	5,52
	kohlensaures Natron mit phosphorsaurem und schwefelsaurem Natron	2,10	—	2,00
		8,10	—	7,52.

Auf 1000 Theile Blut berechnet er jedoch auffallenderweise 8,37 und 7,30. — Simon hat die Extractivstoffe nicht von den Salzen geschieden. Von den einzelnen Salzen hat er nur das kohlensaure Natron quantitativ zu bestimmen gesucht, indem er dasselbe aus der Menge der Essigsäure, welche zur Saturation des Alkalis erforderlich war, berechnete. Es sollen nach ihm 8 Gran in 100 Gramm Blutwasser, also 5,0 ohngefähr in 1000 Theilen sein. Offenbar ist die Menge viel zu groß, selbst wenn man auch den Kalk mit in Anschlag bringt, der durch die Essigsäure gesättigt wurde. Der Irrthum kommt auch daher, daß das Eiweiß sich ebenfalls mit einem Theil Essigsäure verbindet und die Säure neutralisirt. — Bei meinen mehrfachen Analysen des Menschenbluts erhielt ich im Ganzen 6,0 — 7,0 alkalinische Salze, nämlich:

Chlorsalze . .	4,0	—	5,0
kohlensaure . .	0,6	—	0,8
phosphorsaure .	0,5	—	0,75
schwefelsaure .	0,19	—	0,21.

Ueber die Methode, die ich befolgte, so wie über die Salze des Thierbluts, die noch gar nicht untersucht sind, deren Menge noch nicht einmal bestimmt ist, werde ich nächstens ausführlicher handeln.

2) Die erdigen Salze.

Sie haben Kalk und Magnesia zur Basis. Die Säuren sind Phosphor-

säure, Kohlensäure (ob Milchsäure?) und Schwefelsäure. Den phosphorsauren Kalk, wahrscheinlich als Knochenerde, läugnet Niemand. Den kohlensauren nach der Calcination wird auch Niemand bestreiten können. Aber Niemand erwähnt den schwefelsauren, obgleich ich ihn jedesmal in der Asche gefunden habe. Die phosphorsaure Magnesia fehlt bei Denis, aber nicht bei Marcet, Le Canu und Richardson; die kohlensaure oder reine Magnesia ist unbestreitbar. Diese erdigen Bestandtheile sind meist mit dem Eiweiß, zum Theil auch mit dem Blutroth verbunden. Ob sie in Verbindung mit den Säuren im frischen Blute vorkommen oder sich erst bei der Calcination mit den Säuren verbinden, ist schwer zu entscheiden. Wahrscheinlich entstehen die Säuren aus der Oxydation des Schwefels und Phosphors, welche in den Proteinverbindungen enthalten sind. Die quantitativen Bestimmungen, welche wir besitzen, lauten:

von Denis			
phosphorsaurer Kalk	0,265	—	0,275
Kalk und Magnesia	0,177	—	0,184
	0,442	—	0,459

von Richardson	
phosphorsaurer Kalk . .	0,056
phosphorsaurer Talk . .	0,193
kohlensaurer Kalk . . . } kohlensaurer Talk . . . }	0,326
	0,575.

Marcet fand in 1000 Theilen Serum 0,60 phosphorsauren Kalk und Talk, Le Canu diese zugleich mit kohlensauren Erden in der Menge von 0,91 und 0,87.

Meine Analysen lieferten im Ganzen 0,539 erdige Salze, nämlich:

	Kalk	Talk	Phosphorsäure	Schwefelsäure
a)	0,204	0,044	0,254	0,016
b)	0,238	0,030	0,178	0,078
c)	0,340	?	0,106	0,091
d)	0,113	0,150	0,244	0,058
e)	0,116	0,135	0,149	0,068
im Mittel	0,202	0,089	0,186	0,062.

D. Eigenschaften der verschiedenen Blutarten.

1. Unterschied zwischen dem arteriellen und venösen Blute.

Das arterielle Blut ist zwar wahrscheinlich in dem ganzen Körper überall dasselbe, aber das venöse ein nach jedem Körpertheil verschiedenes, und es müßte daher jedesmal genau bezeichnet werden, welches Venenblut man bei der Vergleichung dem Arterienblut gegenüberstellt, wenn man nicht fast ausschließlich das der vena jugularis mit dem der carotis zu vergleichen pflegte. Nur wenige Beobachter haben aus anderen Gefäßen zum Behuf dieser Untersuchung Blut aufgefangen. — In der nachfolgenden Darlegung der bis jetzt bekannten Unterschiede beider Blutarten habe ich mich darauf beschränkt, die hauptsächlichsten Resultate der älteren Untersuchungen, wie ich solche früher in meiner monographischen Abhandlung, in welcher die näheren Nachweisungen zu finden sind, über diesen Gegenstand gezogen habe, mit den Ergebnissen der neuesten Zeit zu vergleichen.

Den Farbenunterschied der beiden Blutarten erwähnte zuerst Galen. Haller erklärte ihn bekanntlich für etwas Zufälliges. Das Roth des

Venenbluts hat man mit dem des Purpurs, der Weinhefen, der Modenafarbe, des Saftes der schwarzen Kirschen verglichen, das des Arterienbluts mit dem hellen Purpurroth und Scharlachroth. Es ist unrecht, den Farbenunterschied nur als einen graduellen zu bezeichnen und das arterielle Blut bloß als ein helleres anzusehen; die beiden Farben sind zwei verschiedene Nüancen der rothen.

Bei Menschen und Wirbelthieren ist der Unterschied überall vorhanden, bald mehr, bald weniger; stärker bei Männern als bei Frauen, bei Erwachsenen als bei jungen Kindern, größer im Winter als im Sommer (J. Davy versichert, im Sommer auf Malta bei einem Schafe fast gar keinen Unterschied bemerkt zu haben). Sehr hellroth ist das Arterienblut der Hunde und Vögel, weniger das der Wiederkäuer; auffallend hellroth ist das Venenblut der Ziegen. Alle Amphibien zeigen die Farbendifferenz ganz deutlich. Da bei Fischen im Herzen beide Blutarten gemischt werden, so kann bloß in den Kiemengefäßen der Unterschied wahrgenommen werden. Einige Verschiedenheit glaubte ich auch bei Vergleichung des Bluts der Aorta mit dem der Körpervene zu bemerken. — Je höher ein Thier entwickelt ist, desto deutlicher unterscheiden sich beide Blutarten. Bei winterschlafenden Thieren ist keineswegs alle Differenz verschwunden. Im Fötus der Säugethiere ist sie alles Einspruchs unerachtet ebenfalls schon zu erkennen; eben so im entwickelten Ei der Vögel. — Der Unterschied in der Farbe bleibt noch nach Verdünnung des Bluts mit Wasser; die arterielle Lösung ist hellroth wie dünner Himbeersaft und klar; die venöse dunkelroth, schwärzlich und trübe. Werden beide Blutarten mit einem Neutralsalz, wie z. B. mit Salpeter, versetzt, so röthen sich beide lebhaft, aber immer übertrifft das arterielle Blut das venöse noch etwas an Helle des Roths. Beim Eintrocknen des Bluts in niederer Temperatur verschwindet der Unterschied der Farbe fast gänzlich, vollkommen aber und rasch durch die Siedhitze. — Da zur Untersuchung über die Ursache dieser Farbeverschiedenheit eine Kenntniß aller sonstigen Unterschiede beider Blutarten und der Einwirkungsweise der Gasarten auf das Blut nothwendig ist, so bleibt dasselbe am besten bis an das Ende dieses Abschnittes aufgeschoben.

Das hellrothe Blut hat in der Regel 1° R. und noch darüber mehr Wärme als das dunkelrothe. Dies haben fast alle Beobachter gefunden. So auch noch neuerdings Breschet und Becquerel mit dem thermoelectrischen Apparat. Sie berechneten aus der Abweichung der Magnetnadel den Unterschied auf 1, 01° R. In der Nähe des Herzens war derselbe noch größer. — Wir können uns hier nicht auf die Beantwortung der Frage einlassen, ob diese Differenz durch die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Blute oder durch die Compression im linken Herzen hervorgebracht werde, oder von äußeren Verhältnissen abhänge.

Im specifischen Gewichte unterscheiden sich beide Blutarten durchgehends. Weder bei Menschen noch bei Hunden, Pferden und Kälbern habe ich jemals eine Ausnahme von der Regel getroffen, daß das hellrothe Blut leichter ist als das dunkelrothe. Der Unterschied beträgt auf 1000 Theile 1 bis 3. Genau ist dieser schon von früheren Beobachtern angegebene Unterschied von J. Davy nachgewiesen. Ich bin der Ueberzeugung, daß der Grund desselben hauptsächlich im Wassergehalte zu suchen ist; Andere haben aber in Bezug auf diesen nicht gleiche Resultate mit mir gefunden (s. unten), müssen also entweder aus dem verschiedenen Gehalt an Luft oder Fett diese Erscheinung erklären.

Die Gerinnung des arteriellen Bluts fängt früher an und ist frü-

her vollendet als die des venösen. Dies ist so constant, daß auch unter der Luftpumpe nach Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann und in verschiedenen Gasarten dasselbe Verhältniß bleibt. Scudamore und Thackrah sind von allen Beobachtern die einzigen, welche das Venenblut früher gerinnen sahen. Ich habe bei allen Menschen und allen Haussäugethieren, selbst auch beim Frosche das Gegentheil davon gesehen. Der Kuchen des hellrothen Bluts ist dabei fester als der des dunkelrothen. Er treibt auch mit größerer Schnelligkeit das Serum aus.

Krimer hat zuerst behauptet, daß die Blutkörperchen des arteriellen Bluts kleiner seien als die des venösen. Von vielen Seiten ist ihm widersprochen worden, doch haben Kaltenbrunner, Thackrah und Berres einen gleichen Unterschied wahrgenommen. Nach Schultz herrscht eine größere Verschiedenheit in der Größe zwischen den dunkelrothen Blutkörperchen als zwischen den hellrothen. Dies ist auch vollkommen meine Ansicht; eine Differenz in der mittlern Größe der Scheibchen beider Blutarten oder in der Durchsichtigkeit derselben habe ich jedoch nicht wahrnehmen können. Das gilt mir jedoch noch als kein Beweis, daß ein solcher nicht existirt, denn das venöse Blut wird durch das Ausbreiten des kleinen Tröpfchens auf der Glasplatte zu sehr mit dem Sauerstoff in Berührung gebracht, als daß dieser nicht schon seine Wirkung äußern könnte. Wie nun aber die Salze, der Sauerstoff und die Kohlensäure auf die Größe und Durchsichtigkeit offenbar einwirken, indem diese die Blutkörperchen trübt, jener dieselben aufklärt, das habe ich nach Schultz's Beobachtungen und den meinigen oben (bei Betrachtung der Blutkörperchen) mitgetheilt. Hier will ich nur folgende Thatsache erzählen, deren weitere Verfolgung für die Erklärung des Farbenunterschiedes beider Blutarten wichtig sein wird. Verdünnt man venöses und auch arterielles Blut mit viel Wasser, so bildet jenes eine trübe, dunkele und dieses eine klare helle Blutlösung. Unter dem Mikroskope kann man in jenem die ausgewaschenen Blutkörperchen, weil sie etwas trüber sind, viel leichter wiedererkennen als in diesem, obgleich die Farbe dort dunkler ist. Dies stimmt also ganz mit der Wirkung der Kohlensäure auf die Blutkörperchen des unverdünnten Bluts überein.

Wir besitzen mehr oder weniger vollständige vergleichende chemische Analysen beider Blutarten von Prévost und Dumas [1]), Denis [2]), Hering [3]), Thackrah [4]), Schultz [5]), Le Canu [6]), Letellier [7]) und Simon [8]). Auch ich habe mich mit denselben schon früher beschäftigt [9]). Von Michaelis [10]) so wie von Marcet und Macaire [11]) sind Elementaranalysen vorhanden. Ich lege in folgender Uebersicht am meisten Gewicht

---

[1]) Bulletin universel des sciences nat. a. a. O.
[2]) Recherches etc. p. 164, 168.
[3]) Physiologie u. s. w. S. 132.
[4]) Inquiry etc., new edition by Wright. p. 109 u. 110.
[5]) System der Circulation u. s. w. S. 136 u. ff.
[6]) Études etc. p. 73 u. ff.
[7]) Ebendaselbst.
[8]) Journal für pract. Chemie. B. XXII. S. 118, und Froriep's Notizen. April 1841. S. 51.
[9]) Das Blut. S. 326 u. ff.
[10]) Diss. inaug. de partibus constitutionis singularum partium sanguinis arteriosi et venosi. Berolini 1827.
[11]) Annales de chimie et physique. T. LI. p. 382.

auf die neueren Analysen, weil vorauszusetzen ist, daß dieselben die vollkommensten sind. Die älteren Angaben findet man alle in meiner Monographie zusammengestellt. Die chemischen Analysen sind aber noch leider weit entfernt davon, in allen Bestandtheilen übereinzustimmen. Da die Unterschiede nur sehr gering sein können, so müssen schon kleine Fehler bei der Untersuchung Differenzen hervorbringen. Außerdem muß man bedenken, daß die Verhältnisse des Körpers auf die Erzeugung des Unterschieds wesentlichen Einfluß haben müssen, und das Venenblut je nach der Verschiedenheit der Organe, von denen es zurückfließt, auch eine verschiedene Zusammensetzung haben muß. Hierauf ist bei Weitem noch nicht die gehörige Rücksicht genommen. Nur Thackrah hat das Blut der Hohlvene mit dem der Halsvene verglichen. Seine Angaben stehen bis jetzt isolirt da und sind für sich allein zu dürftig, um hier berücksichtigt werden zu können. Von Simon's Analysen des Lebervenenbluts soll später die Rede sein.

An Wasser habe ich das Arterienblut stets reicher gefunden, ungefähr um 5,0 auf 1000. Eben so auch Hering und Simon, Letzterer in zwei Analysen des Pferdebluts um 2,734. Um so unbegreiflicher ist es, daß Le Canu und Letellier ein anderes Resultat erhalten haben, während sie doch das specifische Gewicht des venösen Bluts ebenfalls so wie die früheren Beobachter höher anschlagen. Die Mittel sind nach Le Canu bei Pferden 800,11 und 784,62, nach Letellier 831,7 und 829,3.

Le Canu und Letellier behaupten, daß unter den festen Bestandtheilen die Blutkörperchen in dem Arterienblute sich reichlicher vorfinden als im Venenblut. Die Mittel, nach Le Canu berechnet, sind 124,14 und 108,879, nach Letellier 96,84 und 94,3. Das Resultat widerspricht denen von Mayer, Hering und mir. Simon erhielt, wenn man das Globulin und Hämatin bei ihm addirt, in einer Analyse dasselbe Verhältniß wie Le Canu, in einer andern das entgegengesetzte. Nur an Globulin ist übrigens nach Simon das Arterienblut bald reicher, bald ärmer, an Hämatin jedesmal ärmer, selbst wo es auch mehr Globulin enthält (Arterienblut gab 3,640 und 4,872 Hämatin, Venenblut 3,952 und 5,176). Damit stimmt meine Erfahrung überein, daß dies etwas mehr Eisen enthält als jenes. Das Hämatin ist sowohl nach Mulder's als auch nach der spätern Untersuchung Simon's in beiden Blutarten seiner elementären Zusammensetzung nach ganz dasselbe.

Meine zahlreichen Untersuchungen über den Gehalt an Faserstoff in den beiden Blutarten hatten zu dem Ergebniß geführt, daß das arterielle Blut in der Regel, fast immer bei Menschen, Pferden, Hunden, Hammeln, Kaninchen und Fröschen, mehr liefert als das venöse. Es giebt aber davon wichtige Ausnahmen, und namentlich ist dies bei dem Kalbsblute der Fall. Auch nach Le Canu und Letellier, wenn wir das Mittel aus ihrer Angabe ziehen, ist bei Schafen und Pferden das hellrothe Blut reicher an Faserstoff. Besonders auffallend ist dies bei Pferden (7,94 und 4,85); Simon giebt bei demselben Thiere den Gehalt an Faserstoff in dem einen Falle, wo aber der Faserstoffgehalt im Ganzen abnorm erhöht war, für fast ganz gleich an, in dem andern aber einen größern im arteriellen Blute. — Wenn man weiß, wie mißlich die quantitative Bestimmung des Faserstoffs überhaupt ist, so wird man sich nicht wundern, daß bei der Vergleichung der beiden Blutarten hierin keine Uebereinstimmung in der Beobachtung herrscht, und daß selbst im Widerspruch mit den übrigen Beobachtern Andere, wie Sigwart, Schultz, Thackrah, regelmäßig in dem Venenblute mehr Faserstoff fanden. Hierzu

kommt noch, daß bei der verschiedenen Beschaffenheit des Faserstoffs in beiden Blutarten — der des venösen Bluts ist nämlich weicher, leichter auswaschbar, röthet sich aber stärker und schneller an der Luft, läßt schwieriger das Wasser fahren — auch eine Verschiedenheit in der Behandlung des Faserstoffs zu anderen Resultaten führen muß. Bei den Kälbern habe ich auch in der chemischen Zusammensetzung des unreinen Faserstoffs Verschiedenheiten gefunden; der des arteriellen gab mehr Fett und verlor weniger durch das Kochen als der venöse. Ob dieser Unterschied sich auch bei allen denjenigen Thieren bewährt, deren arterielles Blut mehr Faserstoff giebt, als das venöse (bei den Kälbern war es umgekehrt), ist noch zu prüfen. — Bei allen noch anzustellenden Versuchen ist übrigens darauf zu sehen, daß man die zu vergleichenden Blutmengen nicht hintereinander aus der Ader lasse (es müßten denn sehr große Thiere und die Blutmengen klein sein), sondern gleichzeitig. Durch den Blutverlust verändert sich die Quantität und Qualität dieses Stoffes. Ich habe stets auf diesen Punkt Rücksicht genommen. Nicht so scheinen es die neueren Forscher gethan zu haben; Le Canu z. B. erklärt dies ganz offen. — Neuere Untersuchungen haben in der Beschaffenheit des Faserstoffs beider Blutarten außer den so eben genannten noch einen sehr beachtungswerthen Unterschied aufgefunden. Nach Denis ist nur der arterielle löslich durch Nitrum, nicht der venöse. Dies stimmt also ganz mit der Verschiedenheit in der äußern Beschaffenheit überein. Da der venöse in Folge des Einflusses des Sauerstoffs ebenfalls seine Löslichkeit durch Nitrum verliert, so wird also jener Unterschied durch das Athmen bewirkt. Es fragt sich nun noch, ob der weniger geronnene Zustand des venösen Faserstoffs davon abhängt, daß diesem der Sauerstoff in dem Haargefäßsystem wieder entzogen wird, oder daß er überhaupt ein ganz neuer, frisch aufgenommener ist, während der arterielle dafür an die Organe abgegeben wird. Mit der Langsamkeit des Stoffwechsels steht letztere Annahme wenig in Uebereinstimmung. Außerdem reicht der Einfluß der Kohlensäure hin, den Faserstoff umzuwandeln. Ich brachte durch Schlagen des beim Schlachten erhaltenen Hammelbluts geronnenen Faserstoff zu einem Theil unter Kohlensäuregas, zu dem andern unter Sauerstoff. Etwas Kali absorbirte das unter der zweiten Glocke aus dem Faserstoff sich bildende Kohlensäuregas. Nach 24 Stunden war durch die Kohlensäure der Faserstoff weicher geworden, trübte das Wasser mehr als der mit Sauerstoff in Berührung gewesene und war löslicher durch Nitrum, so wie durch Alkalien, nicht aber durch Säuren. Die Entdeckung von Denis so wie das Resultat dieses Versuchs machen nur die Entscheidung, ob wirklich mehr Faserstoff im arteriellen Blute sich befinde, oder ob er nur fester, daher leichter zu gewinnen sei, noch zweifelhafter als zuvor.

Eiweiß, Fett, Osmazom und Salze zusammengenommen sind nach Le Canu in beiden Blutarten gleich (im Mittel 91,19 für Arterienblut und 91,01 für Venenblut), fast ganz gleich nach Letellier (74,03 und 73,79 im Mittel). Schultz fand im arteriellen, Simon im venösen mehr Fett, und Letzterer beide Male weniger Eiweiß im hellrothen Blute. Im Eiweißgehalt des Blutwassers fand ich einen kaum beachtenswerthen Unterschied. Aus dem hellrothen Blute erhielt ich ganz unbeträchtlich mehr Salz.

Michaelis und später Marcet und Macaire haben eine Elementaranalyse der beiden Blutarten unternommen. Das Resultat derselben nach den beiden französischen Chemikern war, daß das arterielle Blut reicher an Sauerstoff und etwas Wasserstoff, aber ärmer an Kohlenstoff ist, im Ge-

halt an Stickstoff sich aber beide gleichkommen. Von den einzelnen Bestandtheilen des Bluts gilt dies nach Michaelis nur für den Cruor, der im arteriellen Blute merklich mehr Sauerstoff enthält als im venösen; Serum und Faserstoff der beiden Blutarten sollen sich aber in Betreff des Gehaltes an Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff gerade umgekehrt wie der Cruor verhalten. Berzelius macht hierbei die Bemerkung, daß der Unterschied an Sauerstoff noch zweifelhaft erscheine, und der Wasserstoffgehalt unmöglich verschieden sein könne. Falls wir übrigens auch die Richtigkeit der Thatsachen annehmen, so läßt sich doch noch Manches gegen die Beweiskraft derselben einwenden. Da der Gehalt an dem kohlenstoffreichen Hämatin in den beiden Blutarten nicht gleich ist, obwohl dasselbe selbst keine Verschiedenheit zeigt, das Venenblut nämlich mehr enthält, so mag die Verschiedenheit in der elementären Zusammensetzung des Cruors durch die Menge dieser Substanz wenigstens zum Theil bedingt sein. Wollte man auch etwa der Vermuthung Mulder's Raum geben, daß das Eisen in beiden Blutarten in einer verschiedenen Verbindung sich befinde, so würde die dadurch verursachte Verschiedenheit in der elementären Zusammensetzung wegen der geringen Menge Eisen kaum meßbar sein, und müßte sich am ersten bei der Analyse des Hämatins beider Blutarten herausgestellt haben, da dies stets mit Eisen verbunden ist. Ein zweiter Grund der Differenz in der Elementaranalyse beider Blutarten liegt wohl in dem verschiedenen Fettgehalt derselben, namentlich des Cruors. Ehe man nun nicht ganz genau durch quantitative Analysen den Unterschied in den Bestandtheilen des Cruors beider Blutarten nachgewiesen hat, so daß die Addition der Elemente der einzelnen Bestandtheile (Globulin, Hämatin, Fett und Faserstoff) in dem Verhältniß, wie dieselben den Cruor zusammensetzen, mit den Elementen desselben übereinstimmt, kann die Feststellung von diesen noch sehr wenig Werth haben. Außerdem trägt ein Versuch von Marcet und Macaire dazu bei, es unwahrscheinlich zu machen, daß das Blutroth in beiden Blutarten eine verschiedene Zusammensetzung besitze. Sie fanden, daß ein durch Schütteln mit atmosphärischer Luft hellroth gewordenes Venenblut in seiner Zusammensetzung von dem dunkel gebliebenen nicht abwich. Daraus läßt sich schließen, daß, weil die Röthung des Bluts im Körper der außerhalb desselben erfolgenden ganz gleich ist, an der von Michaelis aufgefundenen Verschiedenheit nicht die Zusammensetzung des Blutroths Schuld sein könne.

Luftgehalt des Bluts überhaupt und Verschiedenheit desselben zwischen den beiden Blutarten.

Bisher ist von dem Luftgehalt des Bluts noch gar nicht die Rede gewesen. Die Untersuchung über denselben gewinnt durch die Vergleichung beider Blutarten am meisten an Werth, daher ich sie bis hierher aufgeschoben habe.

In früherer Zeit nahm man allgemein an, daß Luft im Blute enthalten sei, besonders nachdem H. Davy die Menge derselben so hoch angeschlagen hatte. Auch Berzelius war bis zum Jahr 1806 dieser Ansicht, dann sprach er aber dem Blute die Luft ab, und H. Davy bekannte sich einer jugendlichen Uebereilung schuldig. Freilich blieb es nun unerklärbar, wie beim Athmen, welchen Vorgang man nun näher nachforschte, Luft ausgeschieden werden könnte, wenn das Blut selbst keine enthalte, und man gerieth nun auf allerlei sonderbare Theorieen über den Prozeß des Athmens. Immer wieder von Neuem kam man indeß auf die Anwesenheit der Luft im Blute

zurück; der Eine wollte diese entwickelt haben, der Andere widersprach. So schwankte die Lehre vom Athmen hin und her, und Keiner wußte recht, was er glauben sollte. Erst in den letzten Jahren scheint nun durch die Arbeiten von van Enschut[1]), Magnus[2]), Th. Bischoff[3]) und J. Davy[4]) etwas mehr Klarheit in diesen Theil der Physiologie kommen zu wollen.

Die Mittel, deren man sich bediente, um die Luft aus dem Blute zu erhalten, waren: 1) die Luftpumpe, 2) Schütteln mit anderen Gasarten, 3) Wärme und 4) Zusatz von Säuren oder Salzen.

Daß man aus beiden Blutarten durch diese Mittel Luft erhalten könne, wird jetzt von Niemand mehr geläugnet, eben so weiß man, daß der Hauptbestandtheil der gewonnenen Luft Kohlensäuregas ist. Welches Blut am meisten Luft enthalte, darüber herrscht noch keine vollständige Uebereinstimmung; wohl aber ist es wahrscheinlich, daß mehr Kohlensäuregas aus dem arteriellen Blute ausgeschieden werden könne. Dies haben mit Ausnahme eines einzigen Chemikers (Magnus) alle anderen, auf welchem Wege sie auch die Luft austrieben, bestätigt gefunden. Auch Sauerstoffgas wollen mehre Beobachter aus dem Blute gewonnen haben, und zwar entweder allein oder wenigstens am meisten aus dem hellrothen; indessen wird von anderer Seite dieser Angabe mit Recht widersprochen. Stickstoff scheiden, wie zwei Beobachter versichern, beide Blutarten aus, das Arterienblut mehr als das Venenblut. — Folgendes sind die Thatsachen, aus denen diese Resultate gezogen sind.

1) Vogel, Brande und Home versicherten, aus beiden Blutarten eine große Menge Gas ausgepumpt zu haben. Die Versuche der neuern Zeit standen aber damit in gradem Widerspruch, namentlich die von J. Davy, J. Müller und Bergemann, und von Gmelin, Tiedemann und Mitscherlich. Die Luftblasen, welche letztere Beobachter erhielten, erwiesen sich ihrer Ansicht nach nicht als eine permanente Luftart, indem dieselben bei Wiederherstellung des Luftdrucks rasch wieder verschwanden. Sie glaubten nämlich nicht, daß Kohlensäuregas so rasch wieder aufgesogen werden könne, was indeß doch wohl möglich wäre. Dagegen erhielten sie Luft beim Auspumpen, wenn Essig dem Blute beigemischt war, und zwar mehr aus dem venösen als aus dem arteriellen Blute. Indessen sprechen die Resultate der Versuche von Hornbeck, Schultz, G. H. Hoffmann, Collard de Martigny, Reid Clanny, v. Enschut, Th. Bischoff, Denis und vor Allem die von Magnus für die Richtigkeit der frühern Angabe. Nur muß man, um diese Erfahrung bestätigt zu finden, sehr stark bis 4° des Barometerstandes die Luft auspumpen, und selbst dann darf man keine schnelle Entwicklung von Luft erwarten. Je länger das Blut, wenn auch vollständig der atmosphärischen Luft entzogen, vorher gestanden hat, desto auffallender ist der Erfolg. Nach Magnus war $1/_{10}$ — $1/_8$ des Bluts (dem Volumen nach) Luft, und zwar gab das arterielle mehr als das venöse (jenes 11,13%, dieses 7,68%). — Auch J. Davy ist von seinem Irrthume zurückgekommen. Bald erhielt er mehr, bald weniger Luft aus dem Blute, und mit Recht vermuthete er, daß dies vom Zustande des Kör-

[1]) Diss. de respirationis mechanismo. Traj. ad Rhen. 1836.
[2]) Poggendorff's Annalen. Nr. CXVI. S. 586 u. ff.
[3]) Commentatio de novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam doctrinam de respiratione institutis. Heidelb. 1837.
[4]) Anatomical and physiological Researches. Vol. II.

pers abhänge (was auch schon frühere Beobachtungen nachgewiesen haben). Von Magnus weicht er darin ab, daß nach ihm das Venenblut etwas mehr Luft als das Arterienblut geben soll. Die Luft, welche sich in der Torricellischen Leere aus dem Blute ausscheidet, ist nach v. Enschut Kohsäure. Von dieser giebt das arterielle nur ungefähr ½ mal so viel als das venöse, nämlich dieses 3,7, jenes 1,7 p. C. Niemals, selbst nicht aus künstlich oxydirtem Blute gewann er Sauerstoff. Alle früheren Beobachter, welche das durch die Luftpumpe aus dem Blute entwickelte Blut untersuchten, hatten dagegen gefunden, das das venöse besonders viel Kohlensäure, das arterielle weniger Kohlensäure, aber viel Sauerstoff ausschied. — Die genauesten Resultate über diesen fraglichen Gegenstand haben uns die Versuche von Magnus geliefert. Wenn man aus denselben die Mittelzahlen berechnet, so enthält

	das Arterienblut		das Venenblut
Kohlensäuregas	7,10	. . . . . .	5,35
Sauerstoffgas	2,65	. . . . . .	1,21
Stickstoffgas	1,35	. . . . . .	1,13
	11,10		7,69

Also enthalten beide Blutarten alle drei Gasarten, und zwar am meisten Kohlensäure und am wenigsten Stickgas; aber im arteriellen Blut ist im Verhältniß zur Kohlensäure mehr Sauerstoff als im venösen; die Luft von jenem besteht aus 64 CO, 23 O und 13 N, von diesem aus 75 CO, 15 O und 10 N. — Leider stimmen die Resultate der neueren Versuche von J. Davy nicht mit diesen Angaben überein. Derselbe fand nur Kohlensäure, kein Stickgas und keinen Sauerstoff. Aus dem Venenblute erhielt er mehr Kohlensäuregas als aus dem arteriellen. Nach Bischoff soll letzteres gar kein Kohlensäuregas ausscheiden. — Offenbar bedürfen diese Versuche noch einer Wiederholung, und zwar einer mit verschiedenen Abänderungen unternommenen. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß erstens nach der Zeit, wie lange das Blut vorher an der Luft gestanden hat, und zweitens nach der Zeit, wie lange es unter der Luftpumpe bleibt, die Gasarten verschieden sein müssen. Höchstens aus dem ganz frischen arteriellen Blute würde man Sauerstoff gewinnen können. — Die durch Zusätze von Essig unter der Luftpumpe von Gmelin, Tiedemann und Mitscherlich ausgeschiedene Luft bestand aus Kohlensäure, von der das venöse Blut mehr giebt als das arterielle. Salze treiben unter der Luftpumpe nach Schultz aus dem Venenblut ganz reine Kohlensäure, hingegen aus dem arteriellen nur wenig von dieser und viel Sauerstoff aus.

2) Die meisten Beobachter fanden, daß im Wasserstoffgas das Blut Luft entwickle. So Vauquelin, mein Vater, Stevens, A. Thomson, G. H. Hoffmann, Th. Bischoff. Magnus zeigte, daß, wenn man einen anhaltenden Strom von Wasserstoff durch das Blut streichen läßt, diese Entwicklung bis zur Fäulniß des Bluts in beständig abnehmenden Verhältnissen fortdauert, und daß sie beim venösen Blute, (anfangs wenigstens) reichlicher ist als im arteriellen. Nach 6 Stunden gab jenes bei Pferden und Rindern 27,2%, nach 24 Stunden sogar 43,7%. Aehnliche Resultate erhielt er bei Anwendung des Stickgases. Denis macht mit Recht darauf aufmerksam, daß im frischen Blute nicht sogleich die Luftentwicklung anfange, sondern erst nach einiger Zeit. Daher ist es auch zu erklären, daß J. Müller früher dieselbe ganz läugnete. Auch J. Davy

sah durch bloßes Schütteln mit Wasserstoffgas keine Luftveränderung, und Maitland eher einen Verlust als eine Vermehrung (wahrscheinlich weil zuerst die Kohlensäure absorbirt wurde). Im Stickgas sah man bald Aushauchung, bald Auffaugung. Daß Letzteres unter bestimmten Verhältnissen der Fall sein kann, hat v. Enschut bewiesen. — Die durch das Wasserstoff- oder Stickgas dem Blute entzogene Luft ist nach Magnus Kohlensäure, wie auch schon die früheren Chemiker, welche eine Gasentwicklung in diesen Versuchen beobachtet hatten, annahmen. G. H. Hoffmann entwickelte durch Schütteln mit Wasserstoffgas aus dem venösen Blute kohlensaures, aus dem arteriellen Sauerstoffgas (?). Nach v. Enschut waren beim venösen Blute 4,4 — 33,3% der entwickelten Luft Kohlensäure, und beim arteriellen 3,7 — 16,0; aber 5,5 — 10,7% bestanden bei jenem und 2,2 — 6,0 bei diesem aus Stickgas. Sauerstoff erhielt er aus keiner Blutart. Th. Bischoff, welcher keine Kohlensäure aus dem Arterienblute, aber wohl aus dem Venenblute entwickeln konnte, vermuthet, daß dafür Sauerstoff aus demselben ausgeschieden werde. Aeltere Beobachter, namentlich Priestley, Rosa, Girtanner, Fontana, Luzuriaga, auch G. H. Hoffmann, waren derselben Ansicht; doch bedarf dies noch einer genauern Prüfung, indem J. Davy neuerdings weder aus dem venösen, noch aus dem arteriellen, ja selbst nicht einmal aus dem mit Sauerstoff geschüttelten Blute durch Wasserstoff eben so wenig wie frühere Chemiker, z. B. Keutsch, Sauerstoff auszutreiben im Stande war.

Von den übrigen Gasarten außer Sauerstoff absorbirt das Blut viel, in der Regel ohne Kohlensäure auszuscheiden. J. Davy hat hierüber neuerdings viel experimentirt. Von Stickoxydulgas nimmt das Blut viel auf, das vorher mit Sauerstoff geschüttelte jedoch weniger. Von Stickoxydgas absorbirte das arterielle mehr als das venöse; beide schieden Stickgas und Kohlensäuregas aus. Das Blutwasser verhält sich in dieser Beziehung dem Wasser gleich. Von Phosphorwasserstoffgas verschluckt das dunkele Blut noch einmal so viel als das arterielle. Schwefelwasserstoffgas ward sehr beträchtlich, von diesem Blut noch mehr (fast das Dreifache des Volumens) als von jenem aufgenommen. Kohlenoxydgas erlitt keinen Verlust. — Kohlenwasserstoffgas nimmt nach Schultz Kohlensäure aus dem venösen Blute auf.

Auch bei dem Schütteln mit Sauerstoffgas giebt das Blut Kohlensäure ab; da zugleich aber Sauerstoff absorbirt wird, und zwar, wie Christison bewiesen, gerade so viel, als Kohlensäure gebildet wird, so ist es wahrscheinlich, daß die Kohlensäure erst aus dem Sauerstoff der Luft und dem Kohlenstoff des Bluts entsteht. Nach meinen Untersuchungen wird im Anfange des Schüttelns zwar etwas, jedoch nur sehr wenig Sauerstoff absorbirt; zugleich oder gleich darauf scheidet sich Kohlensäure aus, die bei fortgesetztem oder erneutem Schütteln ebenfalls nebst einer neuen kleinen Portion Sauerstoffgas, welches sich sogleich wieder in Kohlensäure umwandelt, ins Blut aufgenommen wird. Die Menge der auf diese Weise durch längere Zeit anhaltendes Schütteln gebildeten und absorbirten Kohlensäure ist nicht unbeträchtlich. Nach H. Davy absorbirt Venenblut ⅓ seines Volumens Sauerstoff, nach Christison 5,7 — 14,0%. Diese letzten Zahlen sind auch von mir gefunden worden, wenn ich das Blut bloß mit Sauerstoffgas absperrte; bei dem wiederholten Schütteln war aber der Verlust des als Kohlensäure vom Blute absorbirten Gases viel größer; durch sechsmaliges, jedes Mal 3 — 5 Minuten lang fortgesetztes Schütteln einer Portion Hammelblut verschwand

binnen 32 Stunden eine 84,15% des Blutvolumens gleichkommende Gasmenge, und außerdem absorbirte nachher Kali noch 30,7%; also hatte das Blut im Ganzen 115,2% Kohlensäure gebildet. Serum desselben Bluts hatte nur 12,4% seines Volumens erzeugt. Sperrt man das Blut bloß unter Sauerstoff ab, ohne zu schütteln, so ist die Absorption gering, größer jedoch, wie ich schon früher angegeben habe, und auch v. Enschut bestätigt, bei dem venösen als bei dem arteriellen Blute. Nach J. Davy soll die Menge das Dreifache betragen. Ausgeschiedene Kohlensäure konnte er in dem mit dem Blute geschüttelten Sauerstoffgase nicht finden. Wie das zu erklären ist, geht aus meinen so eben erzählten Versuchen hervor. — Schon v. Maack hatte gefunden, daß das Blutwasser sehr wenig Sauerstoff absorbirt, aber 2½ Maaß Cruorlösung nahmen 1½ Maaß Sauerstoff auf.

3) Durch das Erwärmen des Bluts haben H. Davy, Krimer, Collard de Martigny, Hermann, v. Enschut, Denis Luft entwickelt, J. Davy, Strohmeyer, J. Müller aber nicht. J. Davy versichert, daß ein mit Kohlensäure stark geschwängertes Blut bei 93° C. gar keine Kohlensäure abgiebt; daß dies indeß durch hohe, dem Siedepunkte nahe kommende Wärmegrade möglich ist, davon kann man sich leicht überzeugen; es ist aber auf diese durch sichtbare Zersetzung des Bluts frei gewordene Luft kein großes Gewicht zu legen. — H. Davy hatte im Jahr 1799 durch Erwärmen bei 93° C. aus 12 Unzen arteriellem Blute eines Kalbes 1,8 C." Luft erhalten, welche aus 1,1 C." Kohlensäure und 0,7 C." Sauerstoff bestand. Durch beständiges Erwärmen des Bluts im Wasser bei 56° R. erhielt v. Enschut aus dem Venenblute $^1/_{20}$ — $^1/_{10}$ des Volumens Kohlensäure, aus dem Arterienblute $^1/_{40}$ — $^1/_{15}$. — Durch Kochen bei Zusatz von Essig bis zur Sättigung des Alkalis gaben nach Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann 1000 Volum arterielles Blut 0,833 und eben so viel venöses 1,233 Vol. Kohlensäure.

Auch durch Weingeist kann man aus verdünntem Blute Luft austreiben. Ich erhielt etwas mehr aus dem venösen als aus dem arteriellen. Die Luft war Kohlensäure.

Sollen wir nun erklären, in welchem Zustande sich die Luft, welche in den erzählten Versuchen ausgeschieden wurde, sich befunden habe, so treffen wir auf solche Schwierigkeiten, daß wir fast versucht werden, von dem Unternehmen ganz abzustehen. Gerade durch die Versuche von Magnus, durch die man jetzt die Lehre vom Athmen aufgehellt glaubt, ist dieser Gegenstand noch dunkler als zuvor geworden. Wir wollen hauptsächlich nur zeigen, welches die Schwierigkeiten sind, die sich hier in den Weg stellen, überlassen es aber dem anerkannten Scharfblicke desjenigen Chemikers, der in diesen Blättern[1] die Physiologie mit den schätzenswerthesten Resultaten seiner Forschung über die chemischen Verhältnisse des Bluts bereichern wird, den Knoten zu lösen.

Das Kohlensäuregas kann mit dem Blute in einer dreifachen Weise verbunden sein, erstens im Blutwasser diffundirt, zweitens an Alkali gebunden und drittens mit den Blutkörperchen vereinigt. Die Blutkörperchen des venösen Bluts binden verhältnißmäßig weniger Kohlensäure, als dieselbe Menge Serum beträgt, welche sie verdrängen; denn das geschlagene Blut ist weniger Kohlensäure zu absorbiren im Stande als das Serum desselben Bluts. Dies hat schon J. Davy, der übrigens darin zu weit geht, daß er alle Absorption des Kohlensäuregases durch den Cruor läugnet, beobachtet, und ich habe es in wiederholten Versuchen bestätigt gefunden.

[1] Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I.

Da diese Thatsache wegen der Folgerungen, welche aus ihr gezogen werden, sehr wichtig ist, so scheint es nöthig zu prüfen, ob sie auch für den Zustand des Bluts im lebenden Körper gleiche Geltung habe. In dieser Hinsicht darf die Möglichkeit nicht übersehen werden, daß beim Gerinnen und während der Zeit, ehe das Blut mit Kohlensäuregas geschüttelt wird, die Blutkörperchen die im Serum diffundirte Kohlensäure schon aufgesogen haben, so daß sie nachher weniger von derselben aufzunehmen im Stande sind. In den Versuchen von v. Enschut absorbirte arterielles Blut fast die Hälfte mehr Gas als venöses, dasselbe fanden schon Tiedemann, Gmelin und Mitscherlich. Und dies ist sehr wichtig; denn da zwischen dem Serum beider Blutarten kein Unterschied existirt, so muß einer in den Blutkörperchen liegen. — Mit den Alkalien ist Kohlensäure verbunden, wie früher gezeigt worden. Auch ward schon erwiesen, daß im Serum, nach Trennung desselben vom Blutkuchen, das Alkali nicht als doppeltkohlensaures (höchstens nur zu einem Theil) vorhanden ist, weil jenes mehr Kohlensäure aufsaugt als reines Wasser, und weil das geschlagene Blut der Thiere, je nachdem es mehr Alkali enthält, auch mehr Kohlensäure zu absorbiren im Stande ist. Hierbei ist jedoch nicht zu übersehen, daß vielleicht erst während des Gerinnens ein Theil der Kohlensäure aus den Salzen entweicht, und das Alkali doch als doppeltkohlensaures im venösen Blute circulirt haben könne. Das doppeltkohlensaure Alkali läßt einen Theil seiner Kohlensäure unter der Luftpumpe fahren; ob auch das anderthalbkohlensaure Alkali (und vielleicht auch das einfachkohlensaure?) bei Anwesenheit von thierischer Substanz, die große Neigung hat, sich mit dem Alkali zu vereinigen, nach sehr starker Verdünnung der Luft zersetzt werden könne, so daß dadurch die Entwicklung der Kohlensäure in den Magnusschen Versuchen erklärbar wird, ist sehr wahrscheinlich und gewiß näherer Prüfung werth. — Magnus so wie auch Berzelius nehmen an, daß die durch die Luftpumpe aus dem Blute frei gewordene Luft schon als fertig in demselben vorhanden gewesen sei. Aber mit der Annahme, daß Kohlensäuregas im Blute diffundirt sei, verträgt sich nicht die Erfahrung, daß das Serum und selbst auch das geschlagene Blut mehr Kohlensäuregas als das Wasser zu absorbiren vermögen. Nach J. Davy soll das Blut fast das Doppelte seines Volumens Kohlensäuregas aufnehmen können (120 — 190%), das vorher mit Sauerstoff geschwängerte aber weniger (deßhalb, weil, wie so eben gezeigt, in diesem das Sauerstoffgas sich ebenfalls in Kohlensäure umwandelt). Sehr interessant ist die Beobachtung desselben Forschers, daß die Absorption bei dem Blute der unter der Luftpumpe gestorbenen Thiere (Kaninchen) fast das Vierfache ihres Volumens beträgt (370%). An dieser Erscheinung können hier unmöglich allein die Alkalien, die sich während des Sterbens des Thieres nicht mit Kohlensäure verbanden, Schuld sein, weil sich leicht berechnen läßt, daß dazu sich nicht genug Alkali im Blute befindet; es ist daher mehr als wahrscheinlich, daß die Blutkörperchen diese Steigerung der Auffaugungsfähigkeit verursacht haben. Man könnte nun annehmen, daß deßhalb das normale Serum des geronnenen Bluts kein diffundirtes Kohlensäuregas enthalte, weil der Sauerstoff der Luft dasselbe verdrängt habe; allein dieser Annahme scheint die Angabe zu widersprechen, daß wir nur im Stande sind, einen kleinen Theil des im Blute diffundirten Kohlensäuregases, selbst wenn das Blut mit demselben stark geschwängert ist, durch Sauerstoffgas auszutreiben. Allerdings ist nach meinen Versuchen die Menge gering, wenn man bloß das Sauerstoffgas durch das Blut durchstreichen und dann Beides ruhig stehen läßt. Durch Schütteln

läßt sich aber eine etwas beträchtlichere Menge verdrängen. In einem Versuche dieser Art, deren ich sehr viele anstellte, hatte Kalbsblut 84% seines Volumens Kohlensäuregas aufgenommen; bei leichtem Schütteln trieb Sauerstoffgas 20% wieder aus. Um ähnliche Resultate zu erhalten, darf man das mit Kohlensäure behandelte Blut nicht zu lange stehen lassen, ehe man dasselbe mit dem Sauerstoffgas in Berührung bringt, und zweitens darf oberhalb des Bluts in dem Glascylinder nur wenig Kohlensäure mehr befindlich sein. Wenn man sich vorstellt, Sauerstoffgas müsse das Kohlensäuregas verhältnißmäßig um so stärker verdrängen, je mehr das Blut mit diesem geschwängert ist, so irrt man. Befindet sich wenig Kohlensäuregas im Blute, so wird dies von einer größern Menge Sauerstoffgas verhältnißmäßig viel leichter ausgetrieben, als wo dieselbe Menge von diesem auf ein stark mit jenem geschwängertes Blut einwirkt. Eben deßhalb ist auch die Aufnahme von Kohlensäuregas ins Blut, welche sonst so leicht stattfindet, erschwert, wenn das Gas mit vielem Sauerstoffgas gemischt ist. Den auffallendsten Beweis von der Wahrheit dieser Sätze liefert der Versuch, in welchem man geschlagenes venöses Blut mit Sauerstoffgas schwach schüttelt. Bei der Prüfung hat dies Gas Kohlensäure aufgenommen. — Die Art und Weise, wie nun der Sauerstoff das Kohlensäuregas aus dem Blute austreibt, ist mehrfach; erstens verdrängt er, wie dies gleich bewiesen werden soll, die Kohlensäure sowohl aus dem Serum, wie zweitens aus den Blutkörperchen, und drittens wandelt er die doppeltkohlensauren Alkalien in anderthalbkohlensaure um und treibt also auch aus diesen Kohlensäuregas aus. — Es ist weiter oben, als von dem Zustande des Faserstoffs im Blute die Rede war, wahrscheinlich gemacht worden, daß dieser Stoff mit Alkali verbunden sei und sich von diesem bei der Gerinnung trenne. Auch durch dieses freigewordene Alkali würde demnach ein Theil des diffundirten Kohlensäuregases bei der Gerinnung des Bluts gebunden werden. Somit wäre es durchaus nicht unmöglich, daß, obgleich das Serum nach der Gerinnung und Trennung vom Blutkuchen kein freies Kohlensäuregas enthält, solches doch im kreisenden venösen Blute diffundirt ist. Mit der Anwesenheit der freien Kohlensäure in einer Flüssigkeit ist aber, wird man einwenden, die gleichzeitige von einfach- und selbst von anderthalbkohlensauren Alkalien unverträglich. Allerdings auf die Dauer ist dies nicht zu läugnen, aber für ganz kurze Zeit vertragen sich selbst mineralische Säuren mit kohlensauren Alkalien in einer wässerigen Lösung; und eine oder zwei Minuten lang, in der Zeit, bis das Blut von der Peripherie zum Herzen und zur Lunge gelangt, sollte nicht einmal in dem klebrigen Blute etwas Kohlensäure diffundirt sein können, ohne das kohlensaure Alkali in doppeltkohlensaures zu verwandeln? Daß das Blut im Haargefäßsystem dunkel geworden, schließt keineswegs, wie noch ausgeführt werden soll, die Nothwendigkeit der Umwandlung des Alkalis in doppeltkohlensaures in sich. — Die Menge des Kohlensäuregases, die wir uns im venösen Blut diffundirt denken, und deren Ursprung wir später nachweisen wollen, kann nur gering sein, weil sonst allerdings Alkali und Blutkörperchen stärker mit Kohlensäure gesättigt sein müßten, und bei der Anwendung der Luftpumpe auf frisches, noch nicht geronnenes Blut mehr Gas erhalten werden müßte. Auch das arterielle Blut kann trotz seiner hellen, von der Aufnahme des Sauerstoffs herrührenden Färbung ebenfalls noch etwas Kohlensäure in freiem Zustande enthalten, wie dies ebenfalls weiter unten noch bewiesen werden soll. — Daß aber diejenige Kohlensäure, welche Magnus aus den beiden Blutarten durch dies Verfahren nach und nach bei

dem möglich tiefsten Barometerstande erhielt, im Blute noch diffundirt war, wenn sie es auch während des Lebens gewesen wäre, ist zweifelhaft, erstens sowohl wegen der Hartnäckigkeit, mit welcher das Blut das Gas festhielt, als auch wegen des Verhältnisses der aus den beiden Blutarten erhaltenen Mengen. Das Gas war entweder aus dem Alkali oder aus den Blutkörperchen entwickelt. Wäre es bloß ersteres, so könnte unmöglich die Menge der Kohlensäure aus dem arteriellen Blute größer sein als aus dem venösen. Dies kann nur darin seinen Grund haben, daß der mit dem Blute in der Lunge verbundene Sauerstoff während des Versuches sich allmälig mit dem Kohlenstoff der festen Bestandtheile des Bluts, dem Faserstoff oder den Blutkörperchen verband und als Kohlensäure sich nachher ausschied. — Die große Menge Kohlensäure, welche Magnus und Andere aus dem Blute vermittelst des Durchströmens von Wasserstoffgas erhielten, als vorher in demselben diffundirt anzunehmen, läßt sich gar nicht vertheidigen. Je länger das Gas durchströmte, desto mehr Kohlensäure führte es mit sich, und je älter das Blut schon war, ehe es zu dem Versuche gebraucht wurde, desto besser eignete es sich nach Denis zu diesem Versuche. Offenbar haben wir hier eine Zersetzung des Bluts vor uns. Welcher Art dieselbe ist, wissen wir freilich noch nicht; die große Menge Stickgas, welche v. Enschut gleichzeitig mit dem Kohlensäuregas aus beiden Blutarten gewann, zeigt nur an, daß es eine Proteinverbindung oder das Blutroth ist, welches sich zersetzt. Eine Analyse des durch Wasserstoffgas auf diese Weise veränderten Bluts wäre sehr wünschenswerth. (Wahrscheinlich wird eine dem Harnstoff ähnliche Substanz nebst Milchsäure gefunden werden.) Vielleicht ist diese Zersetzung der in den Magnusschen Versuchen mit der Luftpumpe nicht unähnlich, da auch gleichzeitig hier viel Stickgas ausgeschieden wurde. Auffallend ist nur, daß hier auch noch Sauerstoff in der gewonnenen Luft sich vorfand, indem weder v. Enschut noch J. Davy durch eine der beiden Methoden Sauerstoff sich entwickeln sahen. Dies ist bei dem Versuche mit der Luftpumpe um so auffallender, als der Sauerstoff sich so leicht mit dem Kohlenstoffe des Bluts zur Kohlensäure verbindet.

Der Sauerstoff tritt bei dem Athmen bekanntlich ins Blut und muß erst durch eine Schicht Flüssigkeit hindurch, ehe er zu den Blutkörperchen dringen kann. J. Davy läugnet überhaupt die Möglichkeit, daß das Sauerstoffgas von dem Serum aufgenommen werden könne: allein die bekannte Thatsache, wo ein unter dem Niveau des Blutwassers liegender Blutkuchen an der Oberfläche sich röthet, beweis't das Gegentheil. Die Menge, welche durchdringt, kann freilich nur gering sein, da Serum beim Schütteln mit Sauerstoffgas wenig von demselben absorbirt: da aber die Blutkörperchen rasch dies Gas aufsaugen, so machen sie immer von neuem das Serum wieder zur Aufnahme desselben empfänglich. Auch die Lösung des Blutrothes absorbirt noch sehr begierig Sauerstoff, wie v. Maack gezeigt hat, und selbst dann, wenn man sie mit Weingeist versetzt, ist dies, wie ich gefunden, noch in einem freilich beschränkteren Maaße möglich. Die Blutkörperchen werden also mit Recht die Träger des Sauerstoffs genannt. — Auf welche Weise das mit den Blutkörperchen verbundene und zum Theil auch in dem Blutwasser diffundirte Gas wieder ausgetrieben werden könne, ob es das Kohlensäuregas vermöge, wissen wir nicht. Die Versuche, in denen man durch Kochsalz das Sauerstoffgas verdrängt haben will, sind zweifelhaft, da so kleine Quantitäten Luft nicht quantitativ bestimmt werden können.

Ursache der Farbenverschiedenheit beider Blutarten.

Wir kehren nun zuletzt zu der Verschiedenheit in der Farbe der beiden Blutarten zurück. Man hat oft die Frage aufgestellt, woher denn dieselbe eigentlich komme. Es zerfällt diese Frage wiederum in zwei: 1) durch welche Einflüsse wird die doppelte Farbenveränderung bewirkt? und 2), wie wirken diese Einflüsse, chemisch oder physikalisch?

1) Die Stoffe, welche bei der Farbenveränderung Einfluß ausüben, sind Sauerstoff, Kohlensäure und die Neutralsalze des Serums. Durch Versuche wußte man schon längst, daß das Kohlensäuregas das Blut dunkel färbt, Sauerstoffgas und Salze dasselbe heller röthen. Ob aber der Einfluß des ersten Gases an sich oder nur durch Verdrängung des zweiten dies bewirkt, ob ferner der Sauerstoff für sich allein oder mit den Salzen röthet, darüber hat man sich bis zum heutigen Tage noch nicht verständigen können. Vorzugsweise verdient hier der Streit zwischen Stevens und dessen Gegnern, namentlich J. Müller, eine Erwähnung. Jener [1]) behauptet, daß der Cruor an sich eine dunkle Farbe besitze und nur durch Salze geröthet werde, daß aber, so lange die Kohlensäure im Blute vorhanden, die Salze nicht wirken können. Der Sauerstoff soll nur dadurch zur Röthung des Bluts beitragen, daß er die Kohlensäure verdrängt. Als Beweis führt Stevens an, daß ein Stück Blutkuchen in destillirtem Wasser eine dunkle Farbe erhalte und von Salzen, aber nicht von Sauerstoff wieder heller gefärbt werde. Müller [2]) wendet dagegen ein, daß in diesem Falle das Venenblut unter der Luftpumpe und durch Wasserstoffgas hellroth werden müsse, weil die Kohlensäure entweiche; dies erfolge aber nicht, und deßhalb müsse auch der Sauerstoff, obgleich die Nothwendigkeit der Salze nicht geläugnet werden könne, zur Färbung mit beitragen. Gegen Müller hat neuerdings Squire [3]) die Sache Stevens' vertreten. Ich habe mich mit der Lösung dieser Frage ebenfalls beschäftigt und viele Versuche angestellt, von denen ich hier nur die vorzüglichsten Resultate mittheilen will. Die Versuche über die Röthung des Bluts sind in so fern neu, als ich überall außer mit geschlagenem Blute auch mit der wässerigen Lösung des Blutrothes experimentirt habe. Da die Verschiedenheiten der beiden Blutarten in den Lösungen ebenfalls bemerklich sind, und die Veränderungen in der Farbe durch die Gasarten in denselben viel rascher vor sich gehen als in ungemischtem Blute, und da ferner hier die Salze so viel als möglich ausgeschlossen werden können, so bietet diese Versuchsweise viele Vortheile dar. Der größte besteht aber darin, daß diese Lösungen mikroskopisch untersucht werden können und somit zu gleicher Zeit Aufschluß geben, ob die Farbenveränderung physikalisch oder chemisch hervorgebracht wird. Ich erinnere an das, was ich oben über den mikroskopischen Unterschied der beiden Lösungen gesagt habe. Die arterielle Lösung ist schön hellroth und fast durchsichtig, die venöse dunkel und trübe. Zwischen einem verdünnten arteriellen Blute und einem eben so stark verdünnten, durch Schütteln hellroth gewordenen venösen besteht fast gar kein Unterschied. Jenes zeigt nur die Helligkeit der Färbung und die Durchsichtigkeit in etwas höherm Grade. Ist jenes mit der Zeit

---

1) Observations on the healthy and diseased properties of the blood. London 1832.
2) Physiologie. 3te Aufl. Bd. I. S. 324.
3) Lancet. Vol. I. 1838. Nr. 18.

von selbst dunkel und trübe geworden, und werden beide dann durch Schütteln geröthet, so ist aller Unterschied verschwunden.

Um zunächst über die Frage, ob die Salze, selbst bei Vermehrung ihrer Menge, auch ohne Sauerstoff röthen können, Aufschluß zu erhalten, setzte ich zu dem mit Wasserstoff geschwängerten und unter Quecksilber abgesperrten Blute eine concentrirte Lösung von Salz, von Kochsalz, Salpeter, so wie auch von kohlensaurem Kali hinzu und fand, daß sich zwar die Farbe des Bluts änderte, aber nie arteriell ward. Sie blieb in demselben Farbenton, welchen das dunkle Blut besaß, ward zwar heller, aber nur schmutzig roth. Dasselbe war der Fall mit der Lösung des Blutrothes. Dieselbe färbte sich heller, aber nicht in dem Farbenton, wie eine mit Sauerstoff geschüttelte Lösung; sie ward nicht klar, wie dies durch den Einfluß des Sauerstoffs geschieht. Eben so konnte ich keine arterielle Färbung hervorbringen, wenn ich behutsam mit einer Pipette eine Salzlösung auf den Boden eines mit venösem Blute gefüllten Glases brachte und nun das Glas sorgfältig hin und her bewegte. Aehnlich wie bei dem Wasserstoffgas verhielt sich das Blut bei Kohlensäuregas. War das Blut vorher mit Salz stark geschwängert und ganz hellroth, so nahm es unter Kohlensäure eine schmutzig hellrothe Farbe an, die allmälig ganz dunkelroth ward. Also röthen zwar die Salze das Blut, allein sie sind nicht im Stande, ohne Anwesenheit von Sauerstoff die arterielle Färbung hervorzubringen. — Wenn nun nach Stevens unter der Luftpumpe die Salze dennoch das Blut röthen, so kommt dies unstreitig daher, daß in der verdünnten Luft immer noch Sauerstoff genug vorhanden ist, um mit Hülfe der Salze das Blut zu röthen. Es ist nämlich, wie dies noch weiter erörtert werden soll, nur äußerst wenig Sauerstoff nöthig, um bei Anwesenheit von Salzen diese Wirkung hervorzubringen. Selbst wenn man sehr stark mit Kohlensäure imprägnirtes Blut unter Kohlensäure absperrt und nur sehr wenige Blasen atmosphärischer Luft eindringen läßt, so nimmt die Oberfläche des Bluts sogleich eine arterielle Farbe an. Je mehr freilich das Kohlensäuregas an Menge das Volumen des Sauerstoffs in der Luft, mit welcher das Blut geschüttelt wird, übertrifft, desto schwieriger erfolgt die vollständige arterielle Röthung desselben. Die Kohlensäure färbt lange nicht so schnell das Blut dunkel, als der Sauerstoff es röthet. Es muß dieser also eine größere Verwandtschaft zu den Blutkörperchen haben als jene. — Wenn man nach sehr sorgfältiger Entfernung des Blutwassers eine verdünnte Lösung des venösen Blutroths mit destillirtem Wasser bereitet und diese dann mit der atmosphärischen Luft stark schüttelt, so wird dieselbe hell und klar. Es ist kaum denkbar, daß die unwägbare Menge von Salzen, welche noch im Blutkuchen aufgelös't waren, diese Wirkung hervorbringt. Daß ein Stück an der Oberfläche gerötheter Blutkuchen unter destillirtem Wasser dunkel wird und an der Luft, so lange es mit einer Schicht destillirtem Wasser bedeckt ist, sich nicht röthet, beweis't nicht, daß die Salze zur Röthung nöthig sind, weil durch das Wasser der Sauerstoff nicht rasch zu den Blutkörperchen hindurchdringt. Späterhin entwickelt sich an der Oberfläche des Blutkuchens Kohlensäure, die den Einfluß des Sauerstoffes aufhebt. — Daß aber die Salze, wenn sie auch zur Röthung nicht absolut nothwendig sind, doch die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Farbe des Bluts wesentlich beschleunigen und befördern, unterliegt auf der andern Seite keinem Zweifel. Wo viel Kohlensäure und wenig Sauerstoff auf das Blut einwirken, in dem Verhältniß, daß das Blut sich entweder gar nicht oder nur höchst langsam beim Schütteln röthet, kann durch

Zusatz von Salzen die Wirkung des Sauerstoffs bald zur vorwaltenden gemacht werden. Eben so wird viel weniger Zeit erfordert, um eine gewisse Blutmenge durch Sauerstoff zu röthen, wenn man etwas Salz derselben zusetzt. Am kräftigsten wirkt in dieser Beziehung der Zusatz von kohlensaurem Alkali, viel kräftiger als der einer gleichen Menge andern Salzes. Viel auffallender noch als auf das geschlagene Blut ist die Wirkung der Salze bei der Röthung und Aufklärung einer dunklen Blutlösung. Es bewährt sich hier wie überall die Thatsache, daß, je mehr das Blut mit Wasser verdünnt ist, in desto kürzerer Zeit es gelingt, durch Schütteln mit atmosphärischer Luft dasselbe zu röthen. — Auch durch Zusatz von etwas Weingeist beschleunigt man die Röthung und Aufhellung der Lösung.

Bei der Röthung des Bluts durch Sauerstoff entweicht, wie oben gezeigt worden, auch aus dem nicht mit Kohlensäure geschwängerten Venenblute etwas Kohlensäure, die wahrscheinlich nicht in demselben als solche vorhanden war, sondern sich durch die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Blutkörperchen aus deren Kohlenstoff erst gebildet hatte. Daß Letzteres, wenn auch nicht die einzige Entstehungsweise der Kohlensäure, so doch die hauptsächlichste ist, läßt sich aus der großen Menge Kohlensäure beweisen, die man bei wiederholtem Schütteln mit Sauerstoff aus dem Blute erhält. In den oben erzählten Versuchen, in denen der Verlust des Sauerstoffs fast dem Volumen des Bluts gleichkam, ward das Blut eher dunkler als heller, verschluckte also den Sauerstoff nicht als solchen, sondern als Kohlensäure. Durch einmaliges starkes Schütteln eines mit Kohlensäure geschwängerten Bluts (Kalbsblut) mit Sauerstoff konnte ich, während das Blut sich arteriell röthete, ungefähr eine gegen $^{9}/_{100}$ des Blutvolumens betragende Menge Kohlensäure verdrängen, die jedoch bei der Ruhe sich wieder verminderte. Falls ich nicht schüttelte, war die Verdrängung unbeträchtlich. Durch eine concentrirte Salzlösung gelang es nur sehr wenig (6,4 %) zu verdrängen. Die Farbe ward grauroth. Durch Sauerstoff zugleich mit Salzen konnte ich in wiederholten Versuchen auffallenderweise weniger Kohlensäuregas aus dem mit demselben imprägnirten Blute austreiben als durch Sauerstoff allein; durch Gas und Salz in einem Parallelversuche $^{12}/_{84}$ und $^{18}/_{88}$, durch Sauerstoff allein $^{20}/_{84}$ des absorbirten Kohlensäuregases. — Aus diesen Versuchen folgt, außer den schon früher gezogenen Schlüssen, 1) daß der Sauerstoff das Blut arteriell röthen kann, selbst wenn noch viel Kohlensäure im Blute vorhanden ist, und daß 2) die Salze das Blut hell oder grauroth färben, ohne daß sie die Kohlensäure verdrängen. Dies Resultat scheint mir sehr wichtig zu sein. Da das Blut in den erwähnten Versuchen ganz mit Kohlensäuregas geschwängert war, und nur ein kleiner Theil derselben entwich, so blieb sie nicht bloß mit den Alkalien in Verbindung, sondern mußte auch noch zum Theil im Serum diffundirt sein und ward vermuthlich nur aus den sich durch den Sauerstoff röthenden Blutkörperchen verdrängt. Falls man nun bei der Röthung des venösen Bluts durch Sauerstoff keine Entwickelung von Kohlensäuregas wahrnimmt, so beweis't dies keineswegs, daß sich keines entwickelt, weil es unter Umständen, z. B. bei Anwesenheit von einfachkohlensaurem Alkali, von demselben absorbirt sein oder im Serum diffundirt bleiben kann. Letzteres geschieht namentlich dann, wenn mit dem Sauerstoffgas viel Kohlensäuregas verbunden ist. In diesem Falle wird man aber doch jedesmal eine Volumenverminderung des Gases bemerken.

Wenn man die Frage aufstellt, ob die vollständige Vertreibung der Kohlensäure aus dem venösen Blute ohne Hinzutritt des Sauerstoffs und

Vermehrung des Salzgehaltes dasselbe schon zu röthen im Stande sei, so ist die Frage viel zu allgemein ausgedrückt, weil es kein Mittel giebt, alle auf drei verschiedene Weisen mit dem Blute verbundenen Kohlensäure zu entfernen. Die Luftpumpe, welche die diffundirte Luft zuerst austreibt, vermag auch das doppeltkohlensaure Natron, falls solches vorhanden, zu zersetzen; wie sie auf die Blutkörperchen wirkt, wissen wir nicht. Alle neueren Forscher haben bis auf Magnus jede Farbenveränderung des venösen Bluts unter der Luftpumpe geläugnet. Nach sehr starkem Auspumpen bemerkte dieser eine etwas hellere Färbung. Wahrscheinlich ist diese durch die Salze des Serums, namentlich durch das Alkali entstanden und keine rein arterielle gewesen. Auch das anhaltend durch das Venenblut streichende Wasserstoffgas färbte in den Versuchen desselben Physikers dasselbe allmälig etwas heller, während es viel Kohlensäure fortführte. Auch hier steht Magnus allein, da alle anderen Beobachter diese Farbenveränderung läugnen. Uebrigens hat, wie oben bemerkt worden, bei diesen Versuchen überall eine Zersetzung des Bluts stattgefunden, namentlich bei der Einwirkung des Wasserstoffgases. Wie diese Zersetzung auf die Constitution des Farbestoffs wirkt, ist aber noch unbekannt. — Der Weingeist verdrängt das Kohlensäuregas aus der Blutrothlösung, ohne die dunkele Farbe des Bluts zu verändern. Es bedarf aber nur geringer Bewegung des Gefäßes, so daß der Sauerstoff mit der Flüssigkeit in Berührung kommt, und mit großer Schnelligkeit verwandelt sich die dunkele Flüssigkeit in die helle. Die Leichtigkeit der Röthung hat ihren Grund in der Austreibung der Kohlensäure durch den Weingeist. — Auch habe ich schon vorher erwähnt, daß kohlensaures Alkali, mit einer Pipette in die unteren Schichten des Bluts gebracht, dort keine arterielle Färbung, wenn auch etwas Röthung, hervorbringt. — Somit scheint die bloße Austreibung der Kohlensäure aus dem Blutwasser nicht das Blutroth in ein arterielles zu verändern.

Mit noch viel weniger Sicherheit kann die Frage beantwortet werden, ob die Austreibung des Sauerstoffgases aus dem Blute die Farbe dunkel mache. Die Menge des im Blut diffundirten Sauerstoffs ist äußerst gering; auch selbst die mit den Blutkörperchen verbundene ist im Verhältniß zur Kohlensäure unbeträchtlich. Falls der Sauerstoff aus diesen unter der Luftpumpe entweicht, so kann dies nur ein kleiner Theil sein, indem der andere sich mit dem Kohlenstoff der Blutkörperchen zur Kohlensäure vereinigen wird. In diesem Umstande könnte wohl der Grund zu finden sein, weßhalb nach Magnus das arterielle Blut unter der Luftpumpe etwas dunkler wird. — Zwar färben alle desoxydirenden Substanzen das Blut dunkel, allein wir können von diesem Verhalten des Bluts bei der Beantwortung unserer Frage gar keinen Gebrauch machen, weil die Farbenveränderung durch jene Substanzen mit einer solchen Zersetzung des Blutroths verbunden ist, welche die nachherige Röthung durch Sauerstoff unmöglich macht. — Es giebt zwar viele Substanzen, welche das Blut dunkel färben, allein keine einzige bringt dieselbe dunkele Färbung wie das Kohlensäuregas hervor, eine Färbung, die dabei die Eigenthümlichkeit hat, durch Sauerstoff sogleich wieder zu verschwinden. Allerdings verwandelt auch das reine Wasserstoffgas die arterielle Farbe in die venöse; da aber gleichzeitig viel Kohlensäure frei wird, so ist es wahrscheinlich, daß das Wasserstoffgas nur durch die Entwickelung von jener die genannte Eigenschaft besitzt. — Auch ohne Wasserstoffgas erfolgt die Bildung der Kohlensäure im Blute und die Schwärzung der Farbe von selbst, sogar in dem mit Wasserstoffgas geschüttelten und unter Sauerstoffgas

abgesperrten Blute. In der Luft, welche über dem Blute gestanden, läßt sich die Kohlensäure nachweisen. In einem hermetisch verschlossenen Raume tritt das Dunkelwerden noch früher ein. Der untere Theil des Blutkuchens, welcher der entfernteste von der atmosphärischen Luft ist, wird deßhalb auch am frühesten dunkel. Sobald das spontan dunkel gefärbte Blut mit dem Sauerstoff geschüttelt wird, röthet es sich auch wieder arteriell.— Wäre noch ein Zweifel darüber übrig, daß die Schwärzung nur das Product der im Blute selbst gebildeten Kohlensäure sei, so könnte der Beweis dadurch geführt werden, daß sowohl ein Zusatz von Weingeist zu der hellrothen Lösung des Blutroths, die sonst noch früher als unverdünntes Blut sich verändert, so wie von einer ganz geringen Menge kohlensaurem Alkali, vor Allem durch Aetzammoniaklösung verzögert, selbst bis zur Fäulniß aufgehoben wird. Weingeist hindert hier nicht allein die Diffusion der Kohlensäure im Serum, wie er es sonst thut, indem eine mit Weingeist gemischte hellrothe Blutlösung sich wenig oder gar nicht durch Kohlensäuregas dunkel färben läßt, sondern auch deren Entstehung; die Alkalien dagegen saugen die entstehende auf. — Befördert wird das Dunkelwerden des Bluts sowohl durch die Verdünnung mit Wasser als, was sehr merkwürdig ist, auch durch die Beimischung von Neutral- und Mittelsalzen, salpetersauren, schwefelsauren und einigen Chlorsalzen, wie Kochsalz, so wie durch Zucker. Wenigstens wirken diese Zusätze alle in dieser Art auf die Blutrothlösung. Nicht alle beschleunigen das Dunkelwerden auch dann, wenn sie sehr concentrirt im Blute aufgelös't werden, wo sie die Blutkörperchen gewissermaaßen verhärten und für jede Umwandlung, selbst auch für die Lösung in Wasser, unempfänglicher machen. — Ist die Lösung binnen 8—12 Stunden oder noch später dunkel und trübe geworden, so gewinnt sie durch leichtes Schütteln mit der atmosphärischen Luft bald wieder eine helle Farbe und Durchsichtigkeit, wird darauf aber in kürzerer Zeit als vorher wiederum dunkel. Dieser Wechsel läßt sich oft eine Woche lang durchführen. Immer von Neuem entwickelt das Blutroth Kohlensäure. — Es giebt auch einige Salze, die, nachdem sie anfangs das Blut hellroth gefärbt haben, nachher nicht eine venöse Farbe, sondern eine mehr braune herbeiführen. Solche Salze sind die chlorsauren und Chlorammonium; auch selbst der Salpeter hat diese zersetzende Kraft; in je stärkerem Maaße er der Lösung beigemischt ist, in desto stärkerem verhindert er auch nachher die Röthung durch Sauerstoff. — Das Blutwasser für sich allein ist nicht im Stande, Sauerstoff in Kohlensäure zu verwandeln; nur die Blutkörperchen und die im geschlagenen Blute außerdem noch suspendirten Faserstoffschollen können die Vereinigung des Sauerstoffgases mit einem Theil ihres Kohlenstoffs bewirken. Die Blutkörperchen bedürfen zur Erzeugung des Kohlensäuregases nicht einmal neu hinzutretenden Sauerstoffs, geben diesen nebst den Kohlenstoff an das durchstreichende Wasserstoffgas ab. Ob Faserstoff und Eiweiß allein sich gegen Wasserstoff eben so verhalten, ist noch nicht erforscht worden; möglich wäre es daher, daß nicht bloß die Blutkörperchen, sondern auch jene Substanzen durch ihre Zersetzung an der Entwickelung des Kohlensäuregases durch Wasserstoffgas Theil hätten. Daß die faserstoffhaltige Grundlage der Blutkörperchen bei der Verdunkelung und Trübung der hellrothen, klaren Blutrothlösung sich verwandelt, läßt sich mikroskopisch nachweisen. — Die spontane Entwickelung der Kohlensäure im Blute ist keineswegs schon Fäulniß; sie ist nicht mit Bildung von Ammoniak verbunden. Zusatz von Ammoniak verhindert sogar das Dunkelwerden des Bluts, indem es die

Kohlensäure auffaugt. Außerdem verspätet das Verdünnen des Bluts mit Wasser die Fäulniß des Bluts, beschleunigt dagegen die Schwärzung desselben. Eben so wenig ist die Zersetzung durch Wasserstoff Fäulniß zu nennen.

Am Schlusse wollen wir noch auf die merkwürdige Rolle, welche die Salze bei der Umwandlung des dunkeln Blutes in helles und dieses in jenes spielen, einen Blick werfen. Was zunächst die der Neutralsalze (Kochsalz, Glaubersalz, Salpeter) mit Ausschluß der kohlensauren Alkalien anlangt, so lehrten mich bis jetzt die Versuche, in denen das Blut mit denselben versetzt wurde, daß 1) die Salze die Aufnahme von Kohlensäuregas durch das Blut eher vermehren als beschränken, 2) daß sie die Ausscheidung dieses Gases sowohl aus dem mit demselben geschwängerten, wie aus dem vorher mit Kohlensäure geschüttelten Blute unter Sauerstoffgas vermindern, und 3) daß sie, obgleich sie die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Blutkörperchen beschleunigen, im letzten Falle die Fähigkeit des Bluts, dies Gas zu absorbiren, schwächen. — Wenn wir also sehen, daß nach Zusatz von einem dieser Salze die dunkele Lösung des Blutroths sich in kürzerer Zeit als sonst bei Schütteln mit Sauerstoff hellroth färbt, und diese dann von selbst früher als eine nicht salzhaltige dunkel wird, so müssen wir uns dies so erklären: das Salz beschleunigt zwar die Verbindung der Blutkörperchen mit dem Sauerstoffgase, ohne jedoch die Aufnahme einer größern Menge von diesem zu befördern; vielmehr beschränkt es dieselbe. Der Sauerstoff, welcher in Verbindung mit den Blutkörperchen sich in Kohlensäure umwandelt, muß deßhalb, weil er in der salzhaltigen Lösung weniger vorhanden ist, in dieser eher verzehrt werden als in einer nicht salzhaltigen. Vielleicht wird übrigens auch der ganze Vorgang der Bildung der Kohlensäure beschleunigt. Wenn die Verbindung des Sauerstoffs mit den Blutkörperchen schon eine chemische ist, so muß die Beschleunigung des Anfangs dieses Vorgangs auch dessen frühere Vollendung herbeiführen. — Ganz anders wirken die kohlensauren Alkalien. Diese beschleunigen zwar auch die Röthung des Bluts, aber nur dadurch, daß sie die in den Blutkörperchen vorhandene, durch den Sauerstoff ausgetriebene Kohlensäure rasch auffaugen; und sie verzögern die entgegengesetzte Umwandlung des Bluts durch denselben Vorgang, indem sie die sich in den Blutkörperchen aus dem Sauerstoff und dem Kohlenstoff entwickelnde Kohlensäure so lange an sich ziehen, bis sie selbst mit derselben gesättigt sind. Wird dann das Blut wieder mit Sauerstoff geschüttelt, so geben sie wieder einen Theil der Kohlensäure an diesen ab und sind darauf von Neuem im Stande, die Röthung zu beschleunigen und die Schwärzung aufzuhalten. Auch selbst durch doppeltkohlensaures Natron, das der Lösung des Blutroths vor dem Schütteln mit atmosphärischer Luft hinzugefügt wird und einen Theil der Kohlensäure dabei abgiebt, läßt sich das Dunkelwerden um einige Zeit länger hinausschieben als bei nicht salzhaltiger, durch Schütteln gerötheter Lösung; doch ist diese Verzögerung in Vergleich mit der durch eben so viel kohlensaures Alkali erzielten höchst unbeträchtlich.

Daß das venöse Blut in den wenigen Secunden, die es in den Lungen verweilt, durch den Sauerstoff hellroth, und das arterielle binnen so wenig Zeit in dem allgemeinen Haargefäßsysteme durch die Kohlensäure dunkelroth gefärbt wird, kann uns nicht auffallen, wenn wir bedenken, welche Vorkehrung die Natur getroffen hat, um diese Umwandlung zu erleichtern, die Vertheilung des Bluts in unzählige kleine Haargefäße, durch die nur ein einziges Blutkörperchen hindurchtreten kann. Diese Einrichtung dient nicht dazu, daß auf

die Blutscheibchen unmittelbar das Gas wirke, sondern daß das Blutwasser so viel Oberfläche als möglich darbiete.

Durch die beschriebenen Versuche sind folgende Hauptresultate gewonnen:

a. Das Sauerstoffgas vermag das Blut auch ohne Anwesenheit der Salze zu röthen.

b. Durch die Entfernung des im Blute enthaltenen Kohlensäuregases (so weit dieselbe ausführbar ist) wird das Blut ohne Zutritt von Sauerstoffgas und bei seiner normalen Menge von Salzen nicht geröthet.

c. Die alkalinischen Salze röthen zwar, falls sie in vermehrter Menge dem Blute zugesetzt werden, dasselbe auch ohne Anwesenheit von Sauerstoffgas, ertheilen demselbem jedoch keineswegs die dem arteriellen Blute eigenthümliche Farbenschattirung.

d. Bei Vermehrung ihrer Menge beschleunigen und verstärken die alkalinischen Salze die Röthung des Bluts durch Sauerstoffgas.

e. Unter diesen beiden Verhältnissen röthen sie das Blut, sowohl wenn das Sauerstoffgas mit viel kohlensaurem vermischt ist, als auch wenn das Blut stark mit letzterm imprägnirt ist.

f. Auch ohne Vermehrung des Salzgehalts wird das mit Kohlensäuregas geschwängerte Blut nach und nach durch Sauerstoffgas geröthet, und zwar, ohne daß dabei viel von ersterm Gase verdrängt wird.

g. Die spontane Umwandlung des hellrothen Bluts in dunkeles (durch Entwickelung von Kohlensäuregas) wird durch einen gewissen Zusatz von alkalinischen, jedoch nicht kohlensauren Salzen beschleunigt.

h. Ferner beschränkt dieser Zusatz sowohl die Aufnahme des Kohlensäuregases als die des Sauerstoffgases, indem letzteres in geringerer Menge als sonst in Kohlensäure von dem Blute umgewandelt wird.

i. Zugleich vermindert er die Austreibung des Kohlensäuregases durch das Sauerstoffgas aus dem Blute.

k. Die kohlensauren Alkalien dagegen nebst dem Aetzammoniak befördern die Aufnahme des Kohlensäuregases und hindern die spontane Farbenumwandlung des hellrothen Bluts.

2) Die Erklärung der Farbenveränderung durch Sauerstoff, Salze und Kohlensäure bietet ungemein viel Schwierigkeiten dar, weil wir es hier mit einer Erscheinung zu thun haben, die halb physikalischen, halb chemischen Ursprungs ist. Die physikalische Seite derselben hervorzuheben, habe ich mich schon früher bemüht; auch J. Davy hat neuerdings derselben seine Aufmerksamkeit geschenkt. Ich habe gezeigt, daß alle Substanzen, welche die Form der Blutkörperchen und deren Neigung zur Verbindung verändern, auch die Farbe des Bluts mehr oder weniger umwandeln, daß es aber auch Verwandlungen der Farbe giebt, die nur eine höchst geringe, kaum sichtbare Formveränderung begleitet. Da Alles, was diese letztere erzeugt, auch einen chemischen Einfluß besitzt oder besitzen könnte, so läßt sich nicht entscheiden, ob die chemische Veränderung oder die physikalische die eigentliche oder hauptsächlichste Ursache der Farbenveränderung ist. Wir wissen nur so viel, daß alle Zusätze zum Blute, welche, wie Salze, Zucker, die Blutkörperchen runzeln, kerben, verbiegen und die Neigung zur Vereinigung vermindern, die Farbe heller machen, und diejenigen, welche, wie Alkalien, Säuren, Gummi, ein Aufquellen, ein Abrunden der Blutkörperchen erzeugen und die Neigung zur Vereinigung vermehren, eine dunklere Nüancirung der Farbe bewirken. Sauerstoff und Kohlensäure modificiren ebenfalls das physikalische Verhalten der Blutkörperchen, und zwar jener auf eine dem Zucker und den Salzen

mehr ähnliche Weise, diese ähnlich wie Gummi und schwache Alkalien. Gerade daß so verschiedene Stoffe, wie die Salze und das Sauerstoffgas, beide das Blut röthen (jedoch, was gewöhnlich übersehen wird, nicht genau auf dieselbe Weise), und daß die Wegführung des Sauerstoffgases aus dem Blute mittelst Wasserstoffgas die Farbe aus dem Hochrothen in das Dunkelrothe verändert, brachte selbst einige Chemiker zur Annahme, daß diese Farbenumwandlung nicht auf einer Veränderung der Zusammensetzung des Blutroths, sondern auf Verschiedenheiten in den physikalischen Verhältnissen, wie nach Denis u. A. in der Gerinnung des Eiweißes, beruhe. — So weit scheint man mit Annahme einer einzigen Ursache ausreichen zu können, falls nicht andere Thatsachen entgegenständen, welche die meisten Physiologen und Chemiker veranlassen, entweder ganz allein die chemische Erklärung zu adoptiren, oder dieselbe doch wenigstens mit in Anspruch zu nehmen. Das venöse und das arterielle Blut, jedes mit einer gleichen Menge Wasser gemischt, wodurch die Blutkörperchen kugelig und entfärbt werden, behalten noch einen Farbenunterschied. Dies beweis't nach Berzelius' Meinung, daß nicht bloß physikalische Verhältnisse, sondern eine chemische Verschiedenheit des Farbestoffes den Farbenunterschied bedingt. Die Chemiker sind auch jetzt fast alle dieser Ansicht zugethan, und einige halten, obgleich sie keinen chemischen Unterschied in dem Hämatin beider Blutarten finden können, die Modification des Eisens für die Ursache der Farbenverschiedenheit, indem sie durch die Kohlensäure das Eisenoxyd in kohlensaures oder das Eisen in Kohleneisen verwandeln lassen. Diese beiden Möglichkeiten giebt Mulder an. Arnold hatte schon früher die Hypothese aufgestellt, daß das Venenblut Eisenoxydul und das arterielle Eisenoxyd enthalte. Wie gewagt diese Hypothesen sind, wird man leicht erkennen, wenn man nur bedenkt, daß noch gar nicht nachgewiesen ist, ob die Farbe des Blutroths dem Eisen zuzuschreiben sei, und dies neuerdings sogar unwahrscheinlich geworden ist. Auch findet sich der Chemiker in Verlegenheit, wenn er die Wirkung der Salze erklären soll; es fehlt ihm hierzu an Material. Hünefeld hat hierüber neuerdings folgende Meinung geäußert: die Salze treiben das Blutroth aus den Blutkörperchen aus, so daß dasselbe von Natronalbuminat gefärbt werden kann. Davon habe ich mich überzeugt, die Salze wirken nur auf die frischen Blutkörperchen. Fängt die Zersetzung derselben an, so hört die Wirkung der Salze auf. Trocknet man Blut bei ganz gelinder Wärme ein, so daß die Auflösung des Bluts nachher leicht erfolgt, so haben die Salze ihre Wirkung auf das Blutroth verloren. — Weiteren Aufschluß über dieses schwierige Problem gaben nun meine mikroskopischen Untersuchungen der Lösung des Blutroths. Röthung der Lösung des Blutroths von Menschen oder Säugethieren durch Sauerstoffgas, durch dasselbe allein oder bei Anwesenheit von den diesen Vorgang befördernden Salzen oder Weingeist, ist stets mit Aufklärung derselben verbunden, und unter dem Mikroskop sind die ausgewaschenen Blutkörperchen unkenntlicher geworden; umgekehrt bei spontaner Schwärzung der Lösung, mit oder ohne Salzgehalt, bei der durch Kohlensäure und Wasserstoffgas, trübt sich dieselbe auch, und unter dem Mikroskop zeigen sich die sogenannten Hüllen der Blutkörperchen deutlicher, mehr getrübt. Ganz so wie die künstlich geröthete Lösung verhält sich die des arteriellen Bluts, und ganz so wie die durch Kohlensäure dunkel gewordene die des venösen. Was also bei der Einwirkung der Gasarten auf das unverdünnte Blut der Menschen und Säugethiere nur undeutlich (bei dem Blute der Vögel aber deutlicher) erkannt werden konnte, daß nämlich das

Sauerstoffgas die Blutkörperchen aufklärt und das Kohlensäuregas dieselben trübt, und daß beide Blutarten sich durch diesen verschiedenen Zustand der Blutkörperchen unterscheiden, dies zeigt sich hierdurch vollkommen bestätigt. Die Trübung der Lösung kann nur in der Trübung der farbestofflosen Blutkörperchen ihren Grund haben, denn außer diesen ist nichts Körperliches unter dem Mikroskop in der Lösung wahrnehmbar; und wäre das Medium ebenfalls trüber geworden, so würden die Blutkörperchen eher schwieriger als leichter zu erkennen sein. Wenn dieser Zusammenhang nun existirt, sollte man nicht geneigt sein, den Farbenunterschied der beiden Blutarten bloß für ein physikalisches Phänomen zu halten? Ehe wir jedoch zu dieser Ansicht uns bekennnen, ist noch eine Schwierigkeit zu beseitigen. Sie liegt in dem Umstande, daß auch die Salze das Blut ohne Sauerstoffgas zu röthen im Stande sind. Diese Röthung ist jedoch verschieden von der arteriellen Färbung, wie früher bemerkt worden; daher kann es uns auch nicht überraschen, daß die Blutkörperchen in der Lösung sich mikroskopisch von den durch Sauerstoff veränderten verschieden verhalten. Reibt man frisches Blut mit viel Kochsalz oder Salpeter zusammen, so daß die Farbe hellgrauroth in dem einen, und hellroth in dem andern Falle wird, und verdünnt dasselbe dann mit Wasser, so erhält man hellrothe, jedoch nicht arteriellrothe Lösungen, die nicht klar sind. Die Blutkörperchen sind durch das Salz eingeschrumpft, härter geworden und durch Wasser weniger veränderlich. Nur nach und nach durch wiederholtes Schütteln lösen sie sich, geben den noch eingeschlossenen Farbestoff ab und verschwinden als durchsichtige Körperchen. Dann klärt sich auch die Lösung auf. Hier haben wir also eine Röthung des Bluts ohne Aufhellung der Blutkörperchen, und es bleibt unentschieden, ob durch die beträchtliche Formveränderung der mit dem Salze geriebenen Blutkörperchen oder durch eine chemische Verbindung jener mit dem Blutroth diese von der arteriellen verschiedene Röthung zu erklären ist. Daß der Salpeter und noch mehr die chlorsauren Salze und Salmiak das Blut und wahrscheinlich das Blutroth chemisch verändern, indem sie selbst wahrscheinlich durch das Blutroth (ganz so wie auch durch das Eiweiß) zersetzt werden, sieht man aus der eigenthümlichen schmutzig dunkelen Farbe, die sie der Blutlösung ertheilen, und der Unfähigkeit derselben, sich durch Sauerstoff, selbst auch unter Mitwirkung des kohlensauren Alkalis, wieder zu röthen und aufzuhellen.— Ob der Sauerstoff und die Kohlensäure außerdem, daß sie den Zustand des farbestofflosen Blutkörperchens, der sogenannten Hülle, verändern, auch noch die Zusammensetzung des Blutroths modificiren und dadurch auch noch auf die Farbenveränderung des Bluts einwirken, kann bis jetzt weder bewiesen, noch geradezu geläugnet werden. Gelänge es, die Blutkörperchen aus der Lösung des Blutroths auszuscheiden, ohne auf dieses chemisch einzuwirken, so ließe sich dann nachweisen, ob das Blutroth sich noch durch jene Gase röthen und schwärzen lasse; allein es giebt kein Mittel dieser Art. Ich habe es mit einer großen Menge von mechanischen und chemischen Mitteln versucht, aber Alles war vergeblich. Man kann, um nur eines der letzten zu erwähnen, die Reste der Blutkörperchen durch essigsaures Blei sehr gut niederschlagen, aus dem Filtrat das überschüssige Blei durch Zusatz von kohlensaurem Alkali fällen und hat dann eine klare Lösung des Blutroths; aber diese reagirt nun nicht mehr auf Sauerstoff- und Kohlensäuregas; ob deßwegen, weil das essigsaure Blei die Verbindung des Globulins mit dem Hämatin zerstört hat, oder weil die Blutkörperchen fehlen, ist nicht erweisbar. Besäßen wir zweitens Mittel, durch welche man die Blutkörperchen aufklären könnte, ohne das

Blutroth zu zersetzen, so wäre aus der gleichzeitigen Aufklärung oder Trübung der Lösung der Beweis zu führen, ob die Durchsichtigkeit der Blutkörperchen auch die arterielle Färbung mit sich führt; allein Alkalien und Essigsäure, welche den Farbestoff durchscheinend machen, zersetzen beide das Blutroth. Die kohlensauren Alkalien bedürfen des Zutritts des Sauerstoffs, um die Lösung aufzuhellen; Essigsäure hellt anfangs auch ohne diesen dieselbe auf, bringt aber nach und nach eine Trübung hervor, welche durch das Schütteln mit Sauerstoff nicht zum Verschwinden gebracht werden kann. So viel bleibt auch ohne weiteren Beweis gewiß, daß die Hüllen der Blutkörperchen an der Verschiedenheit der Färbung mit Theil haben, weil sonst der Unterschied durch Zusatz von Wasser geringer und nicht deutlicher zum Vorschein kommen dürfte. — Der letzte Punkt, welcher nun noch Erledigung erheischt, ist die Frage: wodurch entsteht die Trübung der Blutkörperchen? Ich glaube, nicht durch Eindringen der Kohlensäure in dieselben, denn sie werden nie leichter als das Wasser und scheinen nicht aufzuschwellen, sondern entweder durch Annäherung der Moleküle, oder durch eine chemische Verbindung der Kohlensäure mit dem Faserstoff. Käsestoff wird durch Kohlensäure nicht getrübt, aber wohl das Hühnereiweiß. Es bilden sich Flocken und Häutchen in ihm. — Daß die Annäherung der Moleküle einer Zelle ohne chemische Umwandlung eine Farbenveränderung zu erzeugen vermöge, sehen wir an der von R. Wagner entdeckten Farbenumwandlung der Farbezellen bei den Cephalopoden. Bloß durch Contraction der Hüllen entsteht das interessante Farbenspiel, bei welchem die Zellen ihre Farbe von dem Rostfarbenen ins Schwarze, von dem Hochgelben ins Dunkelgelbe verändern. Dies Phänomen zeigt also, daß für die physikalische Erklärung der Farbenumwandlung des Bluts Analogieen zu finden sind.

2. Eigenschaften des Pfortaderbluts.

Weil man einsah, daß die genauere Kenntniß der Eigenschaften dieses Bluts, welches der Voraussetzung nach am meisten verschieden von dem übrigem Venenblut sein muß, von großem Werthe für die Lehre von der Gallenbereitung und Function des Darmkanals und der Milz sein würde, hat man in der neuesten Zeit auf die Untersuchung desselben viel Sorgfalt verwendet. Die ersten genauen Angaben über die äußeren Eigenschaften des Pfortaderbluts, von denen früher manches Falsche behauptet wurde, stammen von Heusinger [1]) her. Darauf unternahm Thackrah [2]) einige Analysen, die jedoch noch etwas roh ausfielen. Fast in derselben Zeit hatte sich Schultz [3]) genauer mit der Analyse dieses Bluts beschäftigt und interessante Resultate bekannt gemacht. Neuerdings verdanken wir auch dem unermüdlichen Simon [4]) drei Analysen dieses Bluts, von denen zwei sich an die Analysen des venösen und arteriellen Bluts derselben Pferde anschließen.

Das Pfortaderblut ist dunkler, brauner als anderes Venenblut, röthet sich nicht an der Luft, auch nicht durch Salze (Schultz), hat einen bitterlichen Geschmack (Haller), ist specifisch leichter als andres Venenblut, gerinnt rasch, aber unvollständig, indem die Placenta sich nur wenig zusammen-

---

[1]) Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz. Eisenach 1817. S. 29.
[2]) Inquiry. New Edition.
[3]) System der Circ. S. 139.
[4]) Journal für praktische Chemie und Froriep's Notizen a. a. O.

zieht, und das Gerinnsel nach Schultz später wieder zerfließt, falls es sich überhaupt gebildet hat. Sein Serum ist röthlich gefärbt (ob durch Suspension der Blutkörperchen, oder durch Auflösung des Blutroths, ist nicht erwiesen) und nach Thackrah von hohem, nach Schultz von geringem specifischem Gewichte. Auf dem Feuer gerinnt es nach demselben Beobachter nicht so schnell und nicht so vollständig als andres Serum. Dies ist meiner Meinung nach ein sehr wichtiger Umstand, weil er beweis't, daß sehr vieles freies Alkali, dessen Vorwalten im Milzblut schon Soemmerring anführt, in dem Pfortaderblut sich befinde. Da die natronreiche Galle aus dem Pfortaderblut gebildet wird, so war dies wohl zu vermuthen. Es giebt also das arterielle Blut im Magen und Darmkanal die Säure aus seinen Salzen ab und das Pfortaderblut das dort aufgenommene Alkali in der Leber. Nach Schultz ist die Neigung der Blutkörperchen sich zu senken im Pfortaderblut sehr groß. Die Fäulniß erfolgt spät.

Die chemischen Analysen, welche von Schultz und Simon am Pferdeblute, von Thackrah am Hundeblute angestellt sind, stimmen mit Ausnahme einer einzigen von Simon darin zuerst überein, daß das Pfortaderblut reicher an Wasser als gewöhnliches Venen- oder Arterienblut ist. Natürlich hängt der Wassergehalt davon ab, ob Flüssigkeiten in dem Darmkanale aufgenommen sind, und es ist sehr leicht erklärlich, daß da, wo längere Zeit vorher kein Getränk genossen, das Pfortaderblut dicker ist als andres Venenblut. Alle Beobachter schreiben jenem einen geringen Gehalt von Faserstoff zu. Nach Schultz enthält es ungefähr $\frac{1}{5}$ von dem der beiden anderen. Nach Thackrah soll der Cruor vermehrt, das Eiweiß vermindert, nach Schultz aber jener vermindert und dies vermehrt sein; Simon fand das eine Mal mehr Eiweiß und Globulin, das andre Mal weniger von beiden im Pfortaderblut als in den beiden anderen mit demselben verglichenen Blutarten desselben Thieres. Im ersten Falle war auch das Hämatin in größerer Menge vorhanden, im zweiten betrug es wenigstens im Verhältniß zu dem Globulin mehr als in dem Blute aus den Halsvenen. Aus demselben Grunde wie der Wassergehalt wird auch wohl der an Eiweiß und Blutroth manchem Wechsel unterworfen sein. Sehr reich ist das Pfortaderblut an Fett, was Schultz zuerst gezeigt hat. Statt 8,3 oder 9,2 erhielt er im Mittel 16,6, und zwar nicht weißes krystallinisches, sondern schwarzbraunes schmieriges, etwas bitteres Fett. Weniger beträchtlich ist die Differenz nach Simon, der überhaupt nicht so viel Fett im Pferdeblut fand als Schultz, in einem Versuche jedoch statt 1,856 im arteriellen und 2,29 im venösen 3,186 im Pfortaderblut. Schon Wienholt hat gefunden, daß dies Blut sehr viel Osmazom liefert; Simon fand in beiden Analysen, in einer jedoch nur unbeträchtlich, mehr Extractivstoff und Salze. Auch der Reichthum an Extractivstoff spricht für einen größern Gehalt an freiem oder kohlensaurem Alkali. Es ist Schade, daß die Menge des Gallenpigments auch nur annäherungsweise von Niemandem bestimmt ist.

Die hervorstechendsten chemischen Eigenthümlichkeiten des Pfortaderbluts sind demnach: 1) wenig Faserstoff, 2) viel flüssiges Fett, 3) viel Hämatin und also wahrscheinlich viel Eisen und 4) viel freies oder kohlensaures Alkali.

Von Simon [1]) besitzen wir auch zwei vergleichende Analysen des Pfortader- und Lebervenenbluts, aus denen das interessante Resultat folgt, daß letzteres viel reicher an Eiweiß und dadurch an festen Bestandtheilen

---

[1]) In Froriep's Notizen a. a. O.

überhaupt, so wie an Extractivstoffen und Salzen, aber ärmer an Blutkörperchen, sowohl an Globulin als an Hämatin und Fibrin, ist.

E. Entstehung des Bluts.

So lange der Fötus noch im Uterus verweilt, empfängt er sein Blut von dem mütterlichen Körper; er erhält jedoch nur die farblose Blutflüssigkeit, da keine unmittelbare Gefäßverbindung zwischen dem Fötal- und Uterinaltheil des Fruchtkuchens existirt. Nachdem er geboren, ist der Nahrungsschlauch der einzige Ort, in welchem aus sehr verschiedenen eingeführten vegetabilischen und animalischen Substanzen eine eiweißhaltige Flüssigkeit entsteht, welche dem Blute zum Ersatz dient. Anfangs ist diese Flüssigkeit, wenn sie als Chylus in die Milchgefäße tritt, dem Blute noch in mancher Hinsicht unähnlich, wird es aber schon weniger, während sie sich langsam durch die engen Kanäle und dann durch die Mesenterialdrüsen und den Milchbrustgang bewegt, aus welchem sie zuletzt in das Venensystem übergeht und sogleich im Herzen mit dem übrigen venösen Blute innig vermischt wird. Ein Theil der im Darmkanal bei der Verdauung aufgelös'ten Stoffe geht schon in den Darmwandungen unmittelbar in das Blut über und wird von der Pfortader durch die Leber der übrigen Blutmasse zugeführt. Eine zweite Quelle des Bluts ist die Lymphe, die aber selbst wieder aus dem Blute herrührt. Sie muß als der Ueberschuß der parenchymatösen Flüssigkeit, welche beim Embryo zwar Urflüssigkeit ist, späterhin aber aus dem Blute sich ausscheidet, also als der Rest der Blutflüssigkeit, welcher nicht zur Ernährung gebraucht worden, angesehen werden. Man hat zwei Arten derselben zu unterscheiden, diejenige, welche aus den meisten Theilen des Körpers, namentlich aus den Gliedmaßen zurückkehrt, und die, welche von besonderen, der Blutbereitung dienenden Drüsen: Milz, Thymus, Schilddrüse, Nebennieren, gebildet wird. Jene ist viel weniger ausgebildet als diese; jene ist nur das Nebenproduct bei der zur Ernährung und Belebung des Körpers nöthigen Zersetzung des arteriellen Bluts und muß erst mehr Lymphdrüsen passiren, ehe sie zur Aufnahme ins Blut geeignet ist; diese ist das Hauptproduct der Thätigkeit der genannten Organe. Entweder ergießt sich die Lymphe nun unmittelbar in das Blut, oder erst, nachdem sie sich mit dem Chylus vermischt hat. Das Letzte ist nur der Fall bei der Lymphe aus den unteren Gliedmaßen, den Geschlechtstheilen und Harnwerkzeugen, so wie bei der aus der Milz und den Nebennieren. Das von dem Körper nach Aufnahme der Lymphe und des Chylus, so wie des Inhaltes der Pfortader zu dem Herzen zurückkehrende, in den Capillargefäßen durch die Kohlensäure dunkel gewordene Blut wird in diesem kräftigen Compressionsorgane innig gemischt und wahrscheinlich auch in physikalischer und chemischer Hinsicht hier etwas umgewandelt. Es ist aber noch nicht im Stande, die Ernährung und Belebung des Körpers zu unterhalten, sondern muß dazu erst durch die Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung des Kohlensäuregases befähigt werden, daher es denn sogleich vom Herzen zur Lunge getrieben wird. Dies ist außer dem Darmkanale das einzige Organ, wo ein neuer Stoff zum Blute tritt, da die Aufnahme von Luft durch die Haut kaum in Anschlag gebracht werden kann. Die Menge des in den Lungen von dem Blute absorbirten Sauerstoffs beträgt mehr als die in der daselbst ausgeschiedenen Kohlensäure enthaltene. Durch die Einwirkung jenes Gases erfährt wahrschein-

lich das weiße, dem rothen so eben beigemischte Blut seine hauptsächlichste Umwandlung; jedoch geschieht dies nicht plötzlich, sondern nach und nach. Die Lunge bewerkstelligt zwar die Aufnahme des Sauerstoffs ins Blut, man darf sich aber die Einwirkung des Sauerstoffs auf das Blut nicht bloß in ihr vorstellen, sondern diese findet im ganzen Arteriensystem, so lange das Blut hellroth ist, Statt. Zugleich mit der theils im Blute gebildeten, theils aus dem Parenchym der Organe aufgenommenen Kohlensäure befreit sich in der Lunge das Blut von dem Uebermaaß an Wasser. — Ehe das von dem Darmkanale zurückkehrende Venenblut mit dem übrigen dunkelrothen Blute zur Lunge tritt, hat es sich in der Leber von fremdartigen Stoffen gereinigt, deren Zurückhaltung dem Körper schädlich ist. Das Product dieser Reinigung ist die Galle. Keineswegs entsteht aber dies Secret bloß aus solchen Stoffen, die für den Organismus keinen weitern Werth haben und zur Aufnahme ins Blut untauglich sind; vielmehr wird der größte Theil der Galle wieder aus dem Chymus ins Blut aufgenommen; die Excremente enthalten nämlich nur Gallenfett, Gallenharz und Farbestoff. Da in dem Pfortaderblute noch mehr Bestandtheile der Galle als in dem Chylus wiedergefunden sind, in diesem nur Fett und mit Milchsäure verbundenes Natron, in jenem besonders Fett, Farbestoff und Natron (das Bilin oder das Picromel ist in keiner der beiden Flüssigkeiten anzutreffen; — sollten wohl die vielen Extractivstoffe des Pfortaderbluts aus dessen Umwandlung entstehen?), so scheinen diese der Galle angehörenden Stoffe zum Theil nicht in den großen Kreislauf zu gelangen, sondern nur zwischen Darmkanal und Leber in einem beständigen Kreise umhergeführt zu werden. Es ist übrigens die Galle nicht das einzige Secret, das wieder zur Blutbildung verwandt wird; auch Mund- und Bauchspeichel, Magen- und Darmsaft kehren wieder gänzlich oder größtentheils ins Blut zurück. Nur durch die eigentlichen blutreinigenden Absonderungen werden Stoffe unmittelbar aus dem Körper ausgeführt, nämlich Kohlensäure hauptsächlich aus Lunge und Haut, Milchsäure aus der Haut und den Nieren und der stickstoffreiche Harnstoff nebst der ihm verwandten Harnsäure aus den Nieren, außerdem eine gewisse Menge von Salzen aus den Nieren und zum Theil auch aus der Haut, endlich Wasser aus Lunge, Nieren und Haut. Diese festen Stoffe sind gerade solche, die nicht in den Ausscheidungsorganen, Lunge, Haut und Nieren, sondern überall, wo die Umwandlung des Bluts Statt findet, gebildet werden. Ob dies auch von den excrementiellen Bestandtheilen der Galle gilt, wissen wir nicht. Nieren, Haut und Leber dienen also der Hämatose sehr wesentlich, indem sie das Blut wieder zu seiner Reinheit und Vollendung verhelfen. — Fassen wir die chemischen Mittel zusammen, welchen wir den hauptsächlichsten Einfluß auf die Entstehung des Bluts aus dem Chymus und auf die Ausbildung des Chylus zum arteriellen Blute zuschreiben müssen, so sind es Sauerstoff, Natron und Wärme; namentlich kommen wir zu diesem Schluß, wenn wir die Bildung der Blutkörperchen näher verfolgen. Diese drei Einflüsse sind zugleich die vorzüglichsten Zersetzungsmittel der thierischen Substanz im lebenden Körper, welche durch sie in höhere Oxydationsstufen umgewandelt wird. Der Einfluß des Sauerstoffs auf die Blutbildung, dessen Folge die Entstehung von Kohlensäure ist, während welcher sich Wärme erzeugt, und die mit diesem Vorgange verbundene Bildung von Kügelchen haben Carus veranlaßt, auf eine sehr passende Weise die Hämatose mit der Fermentation zu vergleichen.

Nach diesem allgemeinen Ueberblick der Hämatose haben wir nun erstens

näher anzugeben, wie das Blut sich bei dem Fötus aus der Eiflüssigkeit und später aus dem Chylus und der Lymphe morphologisch entwickelt, und zweitens, wo und wie die chemischen Bestandtheile des Bluts sich bilden.

1) Ueber die Entstehungsweise der Blutkörperchen im Embryo sind die Beobachter nicht einig, weil es zu schwierig ist, den Anfang der Entwicklung derselben zu erkennen. Die wichtigsten Untersuchungen über diesen Gegenstand sind in der neuern Zeit von Baumgärtner, Schultz, Wagner, Valentin und Reichert angestellt worden. Nach Ersterm [1]) entstehen die Blutkörperchen der Embryonen der Amphibien und Fische aus Kügelchen des Dotters, sind runde, aus einer Menge kleiner Körperchen zusammengesetzte Kugeln. Darauf scheidet sich die Hülle vom Kern, indem aus der Peripherie die kleinen Körner verschwinden. Allmälig werden die Körperchen elliptisch und röthlich. Nach Schultz [2]) bilden im bebrüteten Hühnerei sich die Fettkügelchen des Dotters zu Kernen der Blutkörperchen, welche sich mit einer feinen Haut umgeben. Zuerst umschließt dieselbe den Kern eng, allmälig aber erweitert sie sich; darauf spitzt sich die runde Kugel an einem, nachher an beiden Enden zu. Zuletzt wird das Körperchen flach und röthet sich. Bei den Amphibien sollen sich Haufen von Dotterkügelchen vereinigen, sich mit einer Haut umgeben und so allmälig sich in Blutbläschen verwandeln. Müller, Valentin, Wagner, Carus und Reichert erklären sich aber gegen diese Entstehung der Blutkörperchen aus den Dotterkügelchen. Sie nehmen alle an, daß zwischen dem serösen und dem innern Blatte der Keimhaut diejenige Schicht liege, in welcher das Blut und die Gefäße sich entwickeln. Carus [3]) fand zwar die Blutkörperchen in den ersten Gefäßen der bufo calamita den Dotterkugeln sehr ähnlich, er fügt aber hinzu, daß sie dieses Ursprungs deßhalb nicht sein können, weil das Gefäßsystem gegen die Dotterhöhle zu nicht offen sei. Nach Valentin [4]) sind die Blutkörperchen keine Zellen, sondern Kerne, welche Kernkörperchen einschließen. Um das zuerst vorhandene Kernkörperchen legen sich Körner an. Die Schale wird nachher homogen, der Kern bleibt. Die embryonellen Blutkörperchen sind wenig löslich im Wasser. Schwann [5]) weicht von Valentin darin ab, daß er die Blutkörperchen als Zellen betrachtet; der Kern entsteht auch nach ihm zuerst, und nachher bildet sich die Hülle aus, welche anfangs kugelig ist, später sich abplattet, und an deren innerer Fläche der Kern befestigt ist. Wagner [6]) drückt sich neuerdings mit großer Behutsamkeit über die Genese der Blutkörperchen aus. »Die in der Bildung begriffenen Blutkörperchen der Säugethiere und Vögelembryonen,« sagt er, »stellen rundliche, weiche, leicht unregelmäßige Formen bildende, schwach röthlich gefärbte Körper dar, in denen häufig ein deutlicher Kern schon von selbst sichtbar ist oder leicht sichtbar gemacht werden kann. Daneben findet man kleinere, runde, oft granulirte Kugeln. Diese scheinen die Nuclei der Blutkörperchen zu sein, welche sich allmälig durch Aggregation von Dotterelementen mit einer Hülle umgeben, der zukünftigen Schale oder Hülse der Blutkörperchen.« Er erwähnt also nicht seine frühere Ansicht [7]), nach welcher

---

[1]) Beobachtungen über die Nerven und das Blut. Freiburg 1830. S. 40, 80 und 88.
[2]) A. a. O. S. 29, 37 — 67.
[3]) System der Physiologie. B. II. S. 38.
[4]) In Wagner's Physiologie. B. I. S. 133.
[5]) Mikroskopische Untersuchungen über die Structur der Thiere und Pflanzen. S. 76.
[6]) Physiologie. B. I. S. 158.
[7]) Ebendaselbst. Heft I. S. 131.

jene zuerst vorhandenen Kugeln die primären Zellen des Gefäßblattes sind. Die Möglichkeit dieser Umwandlung ist indeß gar nicht bestreitbar. Auch nach Reichert[1]) unterscheiden sich die ersten Blutzellen gar nicht von den übrigen Zellen der Keimhaut; sie sind rund, mit deutlichem Kern von fein granulirtem Ansehn und mit Kernkörperchen. Sie entstehen eben so wie die übrigen Zellen durch Entwicklung einer ganzen Generation in den vorhandenen Keimhautzellen, und zwar auf Kosten des kugeligen Nahrungsinhalts. Die Kügelchen des letztern verwandeln sich hierbei nicht direct in die Kerne der Zellen, weder überhaupt noch in den künftigen Blutzellen; sie erhalten auch nicht eine Zellenmembran, sondern verschwinden erst und vereinigen sich dann wieder innerhalb der Mutterzellen zu der jungen Brut und zu Blutzellen; keineswegs entstehen diese aus den vorhandenen Dotterkügelchen, als den Blutkernen, durch Bildung einer Zellenmembran um dieselben. Auch ist das Blut nicht anfangs ein körnerloser Stoff, in dem die Blutzellen sich erst später bilden.

Diese Entstehungsgeschichte der Blutkörperchen in den Vögelembryonen nach Reichert ist der im Chylus und in der Lymphe nicht so unähnlich, wie es anfangs scheinen könnte. Man muß sich nur den Anfang des feinen Gefäßes, in welches der zähe Chylus eintritt, als Mutterzelle denken, in der sich die junge Brut aus deren Nahrungsinhalt bildet. Wäre der Kern das Primitive, so wäre die Abweichung von der Entstehung der Chyluskörperchen wesentlich. Aber auch nach meiner Beobachtung existiren so wenig wie im Chylus und in der Lymphe die Kerne im Embryo der Frösche und Nattern früher als die Hüllen. Der Kern bildet sich erst in dem granulirten Kügelchen durch Trennung von der durchsichtiger werdenden Peripherie.

Obgleich schon Schultz eine ausführliche höchst belehrende, wenn auch nicht in allen einzelnen Theilen ganz mit meiner Beobachtung übereinstimmende Entwicklungsgeschichte der Blutkörperchen aus den Chyluskörperchen gegeben hat, so können doch, wie jene im ausgewachsenen Körper entstehen, noch immer manche Physiologen sich nicht erklären. »Kein triftiger Grund«, sagt Hünefeld, »spricht für ihre Entstehung aus den Chylus- und Lymphkörperchen«; Mandl läugnet diese Entwicklungsweise durchaus. Wir wollen gern zugestehen, daß in Betreff der Blutkörperchen der Menschen und Säugethiere immer noch einzelne Dunkelheiten über diesen Theil der Lehre von der Hämatose ruhen; allein bei den Thieren mit elliptischen Blutkörperchen sind die Uebergangsstufen von den farblosen dem Blute beigemischten Kügelchen zu den vollendeten Blutscheibchen so vollständig, so lückenlos, daß es auch selbst bei einer noch geringern Anzahl von erläuternden, vergleichenden Beobachtungen bei den Säugethieren keinen Anstoß finden würde, einen ähnlichen Entwicklungsgang für die runden Blutscheibchen anzunehmen. Daß die Lymph- und Chyluskörperchen nicht schon als vollendete Blutscheibchen, wie Schultz, Arnold und Andere annehmen, sondern als farblose Kügelchen ins Blut treten, ist eben so erwiesen, als daß ihnen fast ganz ähnliche Körperchen im Blute sich stets vorfinden. Diese könnten vielleicht alle im Blute selbst erst gebildet sein; aber wo sollen jene bleiben, wenn sie nicht in Blutkörperchen verwandelt werden? Die Ansicht von Hewson, daß in der Milz die Werkstatt sei, aus welcher vollendete Blutkörperchen hervorgehen, ist nicht statthaft; denn da die Lymphe der Milz weiter nichts als gewöhnliche, noch wenig entwickelte Lymphkügelchen und einzelne, besonders

[1]) Das Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840. S. 144.

bei dem Hungern zahlreichere, ganz vollständige Blutscheibchen enthält, aber durchaus keine Mittelstufen zwischen beiden, so muß man glauben, daß die Blutkörperchen nur auf dem Wege der Anastomose von den Capillargefäßen in die Lymphgefäße übergetreten sind. Auch enthält ja der Chylus schon vor dem Eintritt der Milzlymphe einzelne Blutkörperchen. Somit können nur im Blute die farblosen Körperchen zu rothen Scheibchen sich bilden. Und dies geschieht gewiß nicht auf einmal, sondern langsam. Die Zahl der farblosen Körperchen im Blute ist sehr groß, selbst nach dem Fasten; die Uebergangsformen sind dagegen selten zu nennen. — Als solche Uebergangsformen sehe ich nach meiner Beobachtung, die mit denen von Schultz nicht ganz, aber wohl mit denen von R. Wagner übereinstimmt, folgende an: 1) farblose, im Wasser unlösliche Kügelchen mit zerstreuten Körnern ohne Kern, 2) dieselben mit Kern, 3) linsenförmige Körperchen mit einem in kleinere leicht zerfallenden Kern, 4) platte mit einem schon zerfallenen Kern und andere mit einem mittlern Eindruck, 5) platte, etwas schwach geröthete, im Wasser sich nur langsam verändernde Körperchen, welche dann in gefärbte, biconcave, im Wasser zu farblosen Kugeln sich verwandelnde Scheibchen übergehen. — Die Uebergangsformen der elliptischen Blutkörperchen sind minder zahlreich, weil sie auf einer niedern Stufe der Ausbildung stehen bleiben. Es gehören zu ihnen: 1) gewöhnliche Lymphkörperchen, 2) eben solche mit einer blassen Hülle, die entweder rund, von allen Seiten gleichmäßig das Kügelchen einschließt, oder (wahrscheinlich später) in Form einer dicken Scheibe dasselbe umgiebt, 3) blasse elliptische, im Wasser sich noch wenig verändernde Körperchen mit einem kleinern Kern und einigen zerstreuten Körnern, welche Körperchen den Uebergang bilden zu den gefärbten elliptischen Scheibchen mit einem kleinen, meist elliptischen Kern, die im Wasser zu Linsen sich umwandeln. — Es bedarf nun keiner weitern Theorie der Entwicklung; die bloße Aneinanderreihung der Thatsachen giebt uns dieselbe von selbst. Der Kern der Blutkörperchen ist also bei den elliptischen Scheibchen der Rest des farblosen Kügelchens. Daß ersterer kleiner und länglich statt rund ist, schien einigen Physiologen ein Hinderniß für die Theorie der Bildung der Blutkörperchen darzubieten, welches andere dadurch zu beseitigen suchten, daß sie, wie Arnold, angeben, die Größe der Chylus- und Lymphkörperchen und der Kerne der Blutkörperchen sei ganz gleich. Mit größerm Rechte stützte man sich, wie Wagner that, auf die chemische Gleichheit beider. Hewson hatte zwar schon diese Gleichheit bei den Menschen anerkannt, aber doch auch die damit nicht vereinbare Meinung aufgestellt, daß der Kern der Blutkörperchen in der Thymus gebildet werde. Schultz und Wagner bewiesen eigentlich erst die Identität der Chylus- und Lymphkörperchen mit den Kernen der Blutkörperchen auf eine genügende Weise. — Indem das farblose Körperchen in einen Kern und in eine Hülle zerfällt, also aus einem bloßen Conglomerat von verschiedenen Partikelchen (Fett und einer Proteinverbindung) zu einer sogenannten Zelle sich verwandelt, erreicht es die erste Stufe seiner Ausbildung. Der Kern ist nur das noch übrig bleibende Material für die noch zu bildenden Bestandtheile des Blutkörperchens. Er muß sich vertheilen, damit er sich umbilden kann, oder er vertheilt sich, weil er sich umbildet. Bei den elliptischen Blutkörperchen ist seine Auflösung und Vertheilung nur unvollständig, kommt aber doch auch bei ihnen zu Stande, jedoch erst später, kurz vor der Auflösung der Körperchen. Es giebt unter ihnen immer einige kernlose; dies sind solche, die ihren Lebenslauf vollendet haben. Das numerische Verhältniß der farb-

losen Blutkörperchen zu den gefärbten, der kernhaltigen zu den kernlosen giebt uns vielleicht einen Maaßstab der Schnelligkeit, mit welcher der Stoffwechsel eines Thieres geschieht, und die Zahl der kernhaltigen Blutkörperchen hängt wahrscheinlich mit dem Wasser- und Salzgehalte des Blutwassers zusammen; denn es ist merkwürdig, daß sowohl die Vögel als Amphibien ein sehr wässeriges Serum, und dies nur in geringer Menge, besitzen. Weiter können wir aber den Unterschied in der Gestalt der Blutkörperchen bei den verschiedenen Thierarten nicht erklären, gerade so wenig, wie wir dies in Bezug auf die äußere Form des ganzen Thieres vermögen. Eher läßt sich eine Hypothese über die Ursache der Abflachung der Blutkörperchen und Kugeln zu Scheibchen aufstellen. Entweder ist hieran die Form der Capillargefäße Schuld, wie Schultz daraus schließen zu dürfen glaubt, daß sich die Kügelchen erst abflachen, wenn die Gefäße enger werden, oder der Verlust des Inhalts, welchen das Kügelchen bei seiner Umwandlung erfährt. Dieser Verlust ist, wie die Vergleichung der Chylus- und Lymphkörperchen mit den durch Salz ohne Stoffabgabe zu Kügelchen umgebildeten Blutkörperchen zeigt, um so größer, je höher der Organismus in seiner Entwicklung steht, bei Menschen nämlich am größten, bei Amphibien und Fischen am geringsten. Ich habe darüber früher genaue Berechnungen angestellt. Indem nun durch Exosmose der flüssig gewordene Inhalt der Zelle verschwindet, muß die Kugel sich abflachen. Diese Ansicht, welche schon Schwann[1]) ausgesprochen, ist nicht unwahrscheinlich, und selbst das Einsinken der Kugel in der Mitte steht mit ihr in Uebereinstimmung. Es wäre dann dieser Vorgang ein ähnlicher wie der, durch welchen die kugeligen jungen Erbsen beim Kochen ganz die Gestalt eines biconcaven Blutscheibchens annehmen, nämlich von beiden Seiten flach werden.

2) Die festen Bestandtheile des Bluts sind mit Ausnahme der kleinen Menge gelben Farbestoffs, des Hämatins, Fetts und der Salze, alles Modificationen des Proteins. Es ist eine nicht unwichtige Frage, ob alles Protein als solches schon in den Darmkanal gelange, oder auch aus einem andern Stoffe in demselben gebildet werden könne. Die Fleischnahrung besteht fast gänzlich aus Protein; in den Pflanzenstoffen kannte man schon lange eine Menge stickstoffhaltiger Substanzen, deren Zusammensetzung jedoch, mit Ausnahme des Pflanzeneiweißes, nicht näher untersucht war, und es also zweifelhaft blieb, ob sie den Proteinverbindungen ähnlich seien. Liebig hat das Verdienst, neuerdings[2]) nachgewiesen zu haben, daß die Pflanzen eben so gut wie das Blut die drei bekannten Proteinverbindungen: Eiweiß, Faserstoff und Käsestoff enthalten, daß in allen diesen dasselbe Verhältniß des Kohlenstoffs zum Stickstoff existirt. Somit ist zwar durchaus nicht die Nothwendigkeit vorhanden, daß der thierische Körper die Fähigkeit besitze, diese Stoffe erst zu erzeugen, da er sie alle schon aus der Pflanzenwelt erhält; die Möglichkeit aber, daß doch auch aus nicht stickstoffhaltigen oder nicht aus Protein zusammengesetzten Pflanzenstoffen im Nahrungsschlauche Protein sich bilde, ist damit noch nicht widerlegt. Es könnte immer noch Jemand sagen, daß, so wie sich alles Niedere immer in der höhern Organisation wiederhole, auch die Bildung des Proteins im thierischen Körper Statt finden könne. Freilich bedingt die Fütterung eines Thieres mit stickstofflosen Nahrungsmitteln den Tod, aber es

---

[1]) A. a. O. S. 216.

[2]) Annalen der Chemie und Pharmacie. B. XXXIX. S. 129 u. ff.

sterben nach Magendie's Erfahrungen eben so gut auch die bloß mit einer einzigen Art stickstoffhaltiger Nahrung (Faserstoff, Eiweiß, Gallerte) gefütterten Thiere. Außerdem könnte man gegen die Beweiskraft jener Versuche einwenden, dieselben seien nicht mit der Umsicht angestellt, wie ein solcher Zweck erfordere, und es genüge nicht, den Thieren Zucker, Stärke und Fett zu geben, um sie zu ernähren; man müsse auch die unorganischen Bestandtheile des Bluts, Salze und Eisen, und namentlich die zur Constitution des Proteins gehörenden, Phosphor und Schwefel, nebst dem Kalke denselben darreichen. Ich bin seit mehren Monaten mit einer Reihe von Versuchen über den Einfluß der Nahrung auf die Wärme und die Ernährung der Thiere beschäftigt, in denen diese Anforderungen erfüllt werden. Unter anderen Resultaten, die sich aus denselben bis jetzt ergeben haben, erwähne ich nur, daß ein Huhn, wenn ich es zehn Tage lang mit Fett, Stärke und Zucker, wozu etwas Kochsalz, Knochenerde, Schwefel und Eisen hinzugefügt war, fütterte, und dasselbe davon 5½ Loth täglich zu sich nahm (nicht immer hat man das Glück, so folgsame Thiere zu erhalten!), obgleich es wenig an Kräften einbüßte, doch fast gerade so viel an Gewicht verlor, als ob es während der ganzen Zeit keine feste Nahrung zu sich genommen hätte. Dies scheint dafür zu sprechen, daß sich kein Protein aus jenen Substanzen bildet. So interessant es auch ist, daß die Pflanzen das Protein schon in allen drei Verbindungen enthalten, so folgt daraus noch keineswegs, wie im Einzelnen noch nachher gezeigt werden soll, daß diejenigen Proteinverbindungen, welche wir im Blute antreffen, nun gerade auch als solche schon in den Pflanzen vorhanden gewesen sind; denn im Magen und Darmkanale werden dieselben durch Säure und Alkali aufgelös't und verlieren dadurch wahrscheinlich gänzlich ihre Eigenthümlichkeiten. Anders verhielte sich die Sache, wenn die Auflösung derselben durch Salze geschähe, die den Unterschied zwischen Faserstoff und Eiweiß nicht aufheben.

Das Eiweiß kommt aus dem Chylus und aus der Lymphe, in welche es aus dem Blute übergegangen ist. Fälschlich hat man daraus, daß der Chylus beim Hungern reicher an Eiweiß ist, geschlossen, dasselbe werde erst aus dem Blute ihm beigemischt. Dies Mehr an Eiweiß ist nur relativ zum Wasser. Das Eiweiß im Chylus ist nicht ganz gleich dem des Bluts, es ist dem Käsestoff ähnlicher. Nach Maaßgabe der Nahrhaftigkeit der Speisen steigt der Eiweißgehalt des Blutwassers, aber nicht der des ganzen Bluts; vielmehr hat man diesen nach mehrtägigem Hungern zunehmen gesehen. Dies kommt daher, daß die Blutkörperchen zerfallen, und ihre Reste mit dem Eiweiß zugleich bei der Analyse erhalten werden. Man hat aus der Menge des Fettes im Chylus, welches als solches nicht wieder ausgeschieden wird, und aus der beim Fasten erfolgenden Absorption des im Körper abgelagerten geschlossen, daß sich auch bei dem Athmen aus diesem Stoffe Eiweiß bilde, indem entweder Sauerstoff und Stickstoff zu dem Fette hinzutreten, oder Kohlensäure und Wasser von demselben abgegeben werden. Indessen scheint Fett als Nahrungsmittel, wie gesagt, kein Eiweiß zu bilden.

Auch der Faserstoff ist schon in der Lymphe und im Chylus vorhanden, sobald letzterer aus den Wandungen des Darmkanals heraustritt, wird diesem also aus dem Blute nicht erst beigemischt. Seine Menge wächst im Chylus relativ zu dem Eiweiß und dem Wasser nach einigen Beobachtungen, denen jedoch die von Schultz widersprechen [1]), durch das Hungern, nimmt

[1]) A. a. O. S. 70.

aber dabei im Blute ab, fehlt sogar in demselben nach Mulder gänzlich bei ausgehungerten Fröschen. Aus dem Blute tritt er wahrscheinlich in demselben Verhältniß, wie er im Plasma zu dem Eiweiß steht, mit diesem in die Lymphgefäße über, daher er denn bei ausgehungerten Fröschen auch in der Lymphe fehlt. Das Pfortaderblut ist arm an Faserstoff; durch seinen Eintritt ins Blut wird daher der Faserstoffgehalt des übrigen Bluts keineswegs vermehrt. Da dieser sich unmittelbar aus dem Chymus bildet, so fragt es sich, ob der Gehalt der Nahrungsmittel an Faserstoff mit seiner Entstehung in einem Zusammenhange stehe. Das Blut der Pflanzenfresser enthält viel mehr Faserstoff als das der Fleischfresser; zugleich ist derselbe fester, also vollendeter. Nach Prout soll Fleischnahrung seine Menge vermehren. Ich kann nicht sagen, daß ich dies bei Menschen hätte bestätigt gefunden, wohl aber im Ganzen bei Hunden, die abwechselnd mit Fleisch, und dann mit Brod und Kartoffeln gefüttert wurden. Auch ist er sehr reichlich im Blute der Kälber vorhanden, die gar keinen Faserstoff, weder annimalischen noch vegetabilischen, zu sich nehmen. So wenig man auch aus der Quantität eines Stoffs im Blute auf die Menge, in welcher derselbe gebildet wird, mit Sicherheit schließen kann, weil man den Verbrauch des Stoffs nicht zu berechnen vermag, und der Schluß um so trügerischer ist, je verschiedener die lebenden Wesen, welche man mit einander vergleicht, unter einander sind, so ist es doch wahrscheinlich, daß die Menge, in welcher der Faserstoff gebildet wird, nicht von dem Gehalte desselben in der Nahrung abhängt. Der thierische Körper muß die Fähigkeit besitzen, durch Metastase aus einer jeden andern Proteinverbindung das Fibrin zu bilden, und es wäre höchstens nur zu entscheiden, aus welcher dies am leichtesten geschehe. Die Umwandlung eines Theils des durch die Galle gelös'ten Proteins geschieht schon in den Milchgefäßen; daß sie auch noch in dem Blute vor sich gehen könne, dafür scheinen mehre Gründe zu sprechen. Es giebt Zustände, in denen der Faserstoffgehalt sich auffallend rasch vermehrt, selbst dann, wenn keine Nahrung genossen wird. So in den entzündlichen Krankheiten, in der Schwindsucht, selbst bei dem Hungern, nach Aderlässen. Nach Magendie findet sich in dem defibrinirten und wieder eingespritzten Blute später mehr Faserstoff als vorher (was ich jedoch nicht bestätigt fand). Ferner gehört folgender Versuch hierher. Ich unterband einem Hunde die Aorta und ließ nun zwei Stunden lang gerötheten geschlagenes Ochsenblut, das in einem hohen, unten mit einem Tubulus versehenen Glascylinder sich befand, durch die beiden Gliedmaßen strömen. Aus der geöffneten Schenkelvene floß das Blut wieder heraus, und so lange es floß, zeigte es sich dunkel und gerinnbar, enthielt also Faserstoff. Woher kam derselbe? Seine Menge betrug mehr, als daß man annehmen könnte, er verdanke nur der Beimischung des noch nach der Unterbindung der Arterie in den Venen stockenden Bluts seinen Ursprung; entweder war er neu gebildet, oder aus den festen Theilen aufgenommen. Dieselbe Alternative gilt auch für die so eben genannten krankhaften Zustände. Die Aufnahme aus den festen Theilen könnte sowohl durch Entziehung der parenchymatösen faserstoffhaltigen Flüssigkeit, als durch Auflösung eines Theils des schon in die Bildung der Muskeln der anderen Theile eingegangenen Faserstoffs geschehen. Jene Flüssigkeit ist indessen nicht sehr faserstoffhaltig und könnte nur bei Blutmangel, nicht aber bei Blutreichthum in vermehrter Menge aufgesogen werden; aber auch bei diesem kommen entzündliche Ausschwitzungen vor; und in chronischen Krankheiten könnte die anhaltende Vermehrung des Faserstoffgehaltes doch unmöglich von der Aufnahme jener Flüssigkeit ins Blut her-

rühren. Die Auflösung des fest gewordenen Faserstoffs dagegen muß sehr beschränkt sein, da gerade die faserstoffigen Gebilde einen trägen Stoffwechsel zeigen, und die Auflösung des in der Entzündung geronnenen Faserstoffs sehr langsam von Statten geht. Mandl meint, auch der Mangel der Abmagerung in Entzündungen liefere den Beweis, daß der Faserstoff kein absorbirter, sondern ein neu entstandener sei. Nehmen wir nun an, wie wir dazu Recht zu haben glauben, es könne sich auch noch in dem Gefäßsystem des rothen Bluts Faserstoff bilden, so gerathen wir in noch größere Verlegenheit, wenn wir nun bestimmen sollen, aus welcher Proteinverbindung und in welchem Organe der Faserstoff entstehe. Mit dem Eiweiß ist der Faserstoff durch den Phosphorgehalt näher verwandt als mit dem Casein, in dem Verhältniß der übrigen Elementarstoffe steht er dem einen Stoffe so nahe wie dem andern. Daß die Pflanzenstoffe, namentlich die Samen der Cerealien, sehr reich an Käsestoff (Pflanzenleim) sind, und das Blut der sich von denselben nährenden Thiere sehr viel Faserstoff enthält, und daß das der Kälber, welche das Protein nur in der Form des Käsestoffs zu sich nehmen, ein gleiches Verhalten zeigt, muß uns darauf aufmerksam machen, ob nicht vielleicht der Faserstoff aus dem Casein sich vorzugsweise bilde. Dazu kommt noch erstens, daß das Eiweiß des Chylus käsestoffartig ist, und zweitens, daß bei dem Hungern nnd nach den Blutverlusten, wo die aus einer Art Käsestoff bestehenden Blutkörperchen zerfallen, die Menge des Faserstoffs sich vermehrt. (Ueber das Verhältniß der Blutkörperchen zum Faserstoff hat man noch immer unrichtige Begriffe, indem die Menge des einen Blutbestandtheils auch die Menge des andern bedingen solle. Ich habe aber bei sehr schwerem Blute immer wenig Faserstoff und bei leichtem, z. B. bei dem der Schwangeren, meist sehr viel gefunden.) Sollte sich in diesen Fällen, so wie bei den Schwangeren, in deren Blute regelmäßig die Menge der rothen Blutkörperchen vermindert, die des Faserstoffs aber vermehrt ist, nicht vielleicht aus dem Käsestoff wegen Mangel des Hämatins Faserstoff statt Globulin bilden? — Gewöhnlich läßt man den Faserstoff in der Lunge entstehen, und falls der Faserstoff aus dem Eiweiß entstände, hätte man wegen des etwas größern Gehalts an Sauerstoff und geringern an Kohlenstoff im Faserstoff auch Recht dazu; allein Vermehrung des Faserstoffgehalts findet sich am ehesten bei Störung des Athemholens (in der Lungenentzündung am stärksten, dann in der Schwindsucht). Die fleischfressenden Thiere verzehren durch das Athmen bekanntlich verhältnißmäßig mehr Sauerstoff als die pflanzenfressenden und haben doch weniger Faserstoff im Blute; und bei Pferden findet sich fast immer dunkeles Blut mit einer vermehrten Faserstoffmenge zusammen. Indessen sind dies alles Einwürfe, die erst in Folge einer Hypothese ihre eigentliche Beweiskraft erlangen; es wird nämlich dabei die vermehrte Faserstoffmenge als das Resultat einer vermehrten Bildung desselben angesehen, wahrscheinlich mit vollem Recht; aber möglich wäre es doch, daß auch die beschränkte Bildung der Blutkörperchen und die gehemmte Ablagerung des Faserstoffs jenes Verhältniß herbeiführten. Es ist übrigens keine neue Behauptung, daß sich die Blutkörperchen auflösen und in Faserstoff übergehen können. Der ältern unrichtigen Ansichten Home's und Bauer's, daß der Faserstoff ein Theil der Blutkörperchen sei, nicht zu gedenken, nimmt Schultz [1]) schon an, daß sie durch das Athmen in Plasma, also auch in Faserstoff, der von Eiweiß nach seiner Meinung nicht getrennt ist, verwandelt werden. Auch Hünefeld [2]) läßt

[1]) A. a. O. S. 115. [2]) A. a. O. S. 155.

den Faserstoff aus dem Blutroth sich bilden, und Simon erklärt die Zunahme des Faserstoffs in der Entzündung aus den im Blute aufgelös'ten Kernen der zerfallenen Blutkörperchen. Da, je höher hinauf in dem Speisesaftgang, desto weniger sogenanntes Osmazom nebst Speichelstoff, aber desto mehr Faserstoff sich vorfindet, und im jugendlichen Körper jene Stoffe im Verhältniß zum Faserstoff vorwalten, so könnte auch noch eine andere Hypothese der Entstehung des Faserstoffs aufgestellt werden, wenn damit etwas gedient wäre.

Die farblosen Kügelchen, aus denen die Blutkörperchen sich entwickeln, kommen, wie vorher gezeigt worden, aus dem Chylus und der Lymphe und erzeugen sich auch wohl noch im Blute. Im Chymus sind sie noch nicht vorhanden. Da sie aus einer Substanz, die dem Casein noch ähnlicher ist als dem Eiweiß, bestehen, so bilden sie sich vielleicht eher aus genossenem Käsestoff als aus Eiweiß; dafür spricht, daß die Menge des Globulins im Blute des Kalbes nach Simon die beim Ochsen übertrifft. Eine große Menge des auch in dem Käsestoff reichlich vorhandenen phosphorsauren Kalkes ist zu ihrer Bildung erforderlich. Daß sie viel Phosphor enthalten, der dem Casein abgeht, steht dieser Ansicht nicht im Wege, weil derselbe mit Fett vereinigt, nur mechanisch von ihnen eingeschlossen wird. Bildeten sie sich aus dem Eiweiß, so müßte der Phosphor desselben sich während der Ausbildung der Blutkörperchen von dem Eiweiß trennen und sich mit dem Fette verbinden. Die Beobachtung von Ascherson und Simon, daß das Fett Eiweiß niederschlägt, verdient bei der Frage: weßhalb präcipitirt sich um das (natürlich noch nicht verseifte) Fettpartikelchen des Chylus das in demselben aufgelös'te käsestoffartige Eiweiß? um so weniger übersehen zu werden, da der Sauerstoff, der sonst Faserstoff zum Gerinnen bringt und die Coagulation des Käsestoffs begünstigt, auf den Chylus wenig einwirken kann. Gänzlich fehlt jedoch hier dessen Einfluß nicht, weil sehr viel Blutgefäße zu den Mesenterialdrüsen treten, die von denselben zurückkehrend der Pfortader sehr dunkeles Blut zuführen. Daß auch der Sauerstoff in den Lungen und Arterien die Zahl der blassen Kügelchen vermehrt, ist deßhalb wahrscheinlich, weil Prévost und Dumas fanden, daß, je mehr Pulsschläge ein Thier hat, desto mehr die Menge des Cruors die des Serums übertrifft; die Zahl der Pulsschläge und die der Athemzüge stehen aber mit einander in einem directen Verhältniß. Bei gehemmtem Athmen nimmt auch regelmäßig die Menge des Cruors und also auch des Globulins ab. In Betreff der Einwirkung des phosphorhaltigen Fetts auf die Blutbildung muß ich noch erwähnen, daß erstens bei denjenigen Thieren, wo von diesem auffallend viel im Blute sich findet, wie bei Schweinen und Vögeln, auch die Menge der Blutkörperchen sehr beträchtlich ist (immer aber doch noch viel zu wenig im Verhältniß zu dem Phosphor), und daß durch den Gebrauch eines phosphorhaltigen Oels das Blut der Hunde ein außerordentlich hohes specifisches Gewicht annimmt. — Die Chyluskörperchen sind noch nicht geröthet; die Röthe des Chylus hat nur in der Beimischung von Blutkörperchen ihren Grund; es muß also während der Circulation in den Blutgefäßen erst der Farbestoff entstehen, sei es durch Einwirkung gewisser Organe und gewisser Beimischungen zum Blute, oder, wie Müller annimmt, durch ihre allen Zellen eigenthümliche umwandelnde (metabolische) Kraft. Nach Hewson sollte die Milz der Ort sein, in welchem die Blutkörperchen sich röthen; allein man kann dies Organ exstirpiren, und das Blut wird so roth wie zuvor. Nach der neuern Meinung sind es die Lungen, also der Sauerstoff; aber wie Müller, auf

v. Baer's Beobachtung fußend, treffend bemerkt, auch im Ei der Säugethiere, ehe es angeheftet ist, röthen sich die Blutkörperchen. Warum, kann man ferner hinzufügen, enthält das Arterienblut weniger Hämatin als das Venenblut, wenn dieser Stoff durch den Sauerstoff gebildet wird? — Leider haben wir nur wenige quantitative Analysen des Bluts, worin das Hämatin berechnet ist; die Intensität der Farbe giebt aber doch ungefähr die Menge desselben an. Und diese stimmt durchaus nicht mit der Intensität des Athmens überein. Man sollte vielmehr vermuthen, daß ein so kohlenstoffreicher Stoff in den Lungen eher zersetzt, als gebildet würde. Ich möchte deßhalb viel eher den Ort, wo Sauerstoff und etwas Wasserstoff vom Blute abgegeben werden, wo Kohlenstoff und Stickstoff das Uebergewicht erhalten, als die Bildungsstätte des Hämatins ansehen. Doch sind alle Muthmaßungen so lange ohne Werth, bis wir wissen, durch Veränderung welches Stoffes dasselbe entsteht. Das Wahrscheinlichste ist, daß sich das im Chyluskörperchen eingeschlossene Fett mit etwas Protein verbindet, und daß das Eisen in diese Verbindung aufgenommen wird. Das in dem Kern der farblosen Kügelchen eingeschlossene Fett vermindert sich nämlich in dem Maaße, wie der Farbestoff sich vermehrt. Es ist aber leider vergebens, durch Addition der Atome des Fettes und des Proteins mit Abzug einer gewissen Menge Kohlensäure oder Wasser die Zusammensetzung des Hämatins zu berechnen; immer steht der große Stickstoffgehalt dieser Substanz im Wege. Wäre der gelbe Farbestoff der Helle, das Biliverdin, stickstoffreich, so läge es sehr nahe anzunehmen, daß sich das Hämatin in der Leber bilde und mit den Blutkörperchen verbinde, zumal da das Eisen in der Leber sich ausscheidet, also im Serum aufgelös't sein muß und folglich leicht mit den Blutkörperchen sich vereinigen könnte. Die Zusammensetzung der Extractivstoffe ist auch noch unbekannt; erst nach ihrer Untersuchung wird es sich zeigen, ob die Hypothese Hünefeld's, daß das Hämatin aus einer Verbindung des Eisens mit einem stickstoffhaltigen Extractivstoffe bestehe, richtig sei. In diesem Augenblick sind wir über die Entstehung des Hämatins noch sehr im Dunkeln. — Das Eisen des Cruors liefert sowohl die Pflanzenkost (denn keine einzige Pflanze fand Hünefeld [1]) ohne Eisen und ohne etwas Mangan), als die Fleischkost, in die es aus der Pflanzenwelt übergegangen. Das Eisen wird wahrscheinlich von dem Alkali der Galle aufgelös't, zum Theil durch den Chylus, zum Theil durch die Pfortader der übrigen Blutmasse zugeführt.

Ueber die Schnelligkeit, mit welcher die Umbildung der Chyluskügelchen in Blutkörperchen geschieht, wissen wir nicht viel; nach Autenrieth soll die gewöhnliche Zeit 10—12 Stunden sein, weil so lange nach der Mahlzeit das Serum häufig noch milchweiß aussehen soll. Ich halte indeß den Schluß aus der Beschaffenheit des Blutwassers für trügerisch, wie ich oben beim Serum schon angegeben habe.

Die Extractivstoffe sind nach Berzelius stark oxydirte Stoffe, die aus Eiweiß so wie aus Gallerte durch Behandlung mit Superoxyden entstehen und leicht in Milchsäure übergehen. Da der Chylus und das Pfortaderblut so reich an Extractivstoffen sind, und man nicht weiß, wo das Bilin oder das Picromel der Galle bei der Verdauung bleibt, so drängt sich die Frage auf, ob nicht unter jenen Stoffen diese, allerdings veränderte Substanz zu suchen sei. — Nach Berzelius so wie nach Tiedemann und Gmelin bildet sich die Milchsäure in der Lunge. Sie entwickelt sich

[1]) Journal für prakt. Chemie. 1839. Bd. I. S. 84—87.

am leichtesten aus dem Thier- und Pflanzenkäsestoff, dann aus Zucker durch die katalytische Kraft der Schleimhäute (nach Pelouze und Fremy). Vielleicht auch aus Amylum. — Der Harnstoff des Bluts bildet sich höchstens nur zu einem kleinen Theile im Darmkanal, denn seine Absonderung aus dem Serum dauert noch bei dem Hungern fort [1]); der übrige entsteht aus Zersetzung der Proteinverbindungen der festen Organe und des Bluts, indem Kohlensäure und Wasser ausgeschieden werden, so daß Harnstoff übrig bleibt.

Der gelbe Farbestoff des Bluts scheint derselbe wie in der Galle zu sein. Das Biliverdin hält Berzelius ganz gleich mit dem Chlorophyll. Demzufolge würde der Farbestoff des Bluts nicht in der Leber bereitet, sondern im Darmkanal aus den Pflanzen ausgeschieden und von der Pfortader aufgenommen. Wirklich ist auch das Serum der grasfressenden Rinder auffallend gelb. Indessen scheidet die Leber auch bei hungernden Thieren stark gefärbte Galle ab, bildet den Farbestoff also entweder aus anderen Bestandtheilen des Bluts, oder sondert den anderswo gebildeten aus dem Blute ab. Nach Müller's [2]) Versuchen an Fröschen scheint Ersteres der Fall zu sein: denn vier Tage nach der Exstirpation der Leber fand sich kein Gallenfarbestoff im Serum dieser Thiere.

Im Chylus ist so viel Fett vorhanden, daß man kaum weiß, was nachher im Blute aus allem Fett wird. Entweder ist es als Fett schon in den Darmkanal gekommen, oder hat sich hier aus stickstoffloser Nahrung, bei Verlust derselben an Sauerstoff, nicht aber aus Protein gebildet. Deßhalb macht nicht Fleischnahrung, sondern Pflanzenkost am fettesten. Im Blute wird das Fett noch feiner als im Chylus vertheilt und verseift, so daß es unter dem Mikroskope ganz unsichtbar ist. Die Oxydation der Fette geht vielleicht erst in den Lungen oder in dem arteriellen Blute vor sich. Woher das den Thieren ganz eigenthümliche Gehirnfett kömmt, ist uns völlig unbekannt. Da es im Serum vertheilt ist, so wird es wohl durch den Einfluß gewisser Organe (aber welcher?) aus dem aufgenommenen Fette sich bilden.

Der Chylus ist weniger alkalisch als das Blut. Erst durch Ausscheidung der Milchsäure im Darmkanal wird das Alkali frei, wie dies die Beschaffenheit des Pfortaderbluts beweis't. — Die Salze kommen von außen. Salmiak könnte sich allenfalls aus einem Ammoniaksalz und dem Kochsalze bilden. — Die Kieselerde stammt hauptsächlich aus dem Wasser. Im Magen ist keine Flußsäure, die sie auflösen könnte.

Das mit dem Blute auf die vorher näher bezeichnete dreifache Weise verbundene Kohlensäuregas hat einen sehr mannigfaltigen Ursprung; zum Theil wird es in dem Blute selbst erzeugt, zum Theil dringt es durch die feinen Haargefäßwände in dasselbe hinein. Wie sich ohne Mitwirkung des lebenden Körpers in dem aus der Ader gelassenen Blute unter Zutritt des Sauerstoffs aus den Blutkörperchen und dem Faserstoff, aber nicht, oder nur höchst unbeträchtlich aus dem Blutwasser, Kohlensäure entwickele, ist

---

[1]) Ein sehr hübsches Experiment zum Beweise dafür habe ich vor vier Jahren angestellt. Man durchschneidet einigen Fröschen das Rückenmark, so daß die Urinblase gelähmt wird und immer voll Urin bleibt, der nur bei Bewegungen des Thiers tropfenweise fortgeht. Nun bewahrt man die Thiere in reinem Wasser Monate lang auf. Dann fängt man an täglich die Blase auszudrücken und den Urin zu sammeln. Wird beim Eindampfen derselbe mit etwas Salpetersäure versetzt, so bilden sich dann auf der Tafel die schönsten Krystalle des salpetersauren Harnstoffs.

[2]) Physiologie. Vierte Auflage. B. I. S. 132.

oben gezeigt worden. Die Verbindung des in die Lunge aufgenommenen Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Bluts fängt schon, wie das allmälige Dunkelwerden des Bluts beweis't, in den Enden des Arteriensystems an und dauert in den Haargefäßen und in den Venen fort, bis der Sauerstoff die entstandene Kohlensäure wieder verdrängt. In der Lunge selbst kann die Kohlensäure unmöglich entstehen, weil dazu das Blut dort nicht lange genug verweilt. Und sollte auch im hellrothen Arterienblute freie Kohlensäure wirklich vorhanden sein, so würde dies doch keineswegs beweisen, daß sie in der Lunge gebildet sei. Eine zweite Substanz des Bluts, welche Kohlensäure bildet, ist das Fett. Die Zersetzung dieses stets in großer Menge vom Darmkanal aus in den Chylus und von diesem ins Blut aufgenommenen Stoffs kann beim Zutritt von Sauerstoff außer Wasser nur Kohlensäure liefern. Wo während des Hungerns kein Fett in dem Darmkanal gebildet wird, nimmt das Blut das in Reserve befindliche aus dem Fettzellgewebe auf, was dann dieselbe Zersetzung erleidet. — Das von dem Parenchym in die feinsten Haargefäße übergehende Kohlensäuregas hat ebenfalls wieder einen doppelten Ursprung, erstens und hauptsächlich in der Zersetzung des bei der Bildung der Gewebe fest gewordenen Eiweißes und Faserstoffs, und zweitens in der Entstehung der Horngewebe. Das Loos der in den Körper aufgenommenen Proteinverbindungen ist, zu einem Theil als ein sehr stickstoffreicher Körper, als Harnstoff oder als Harnsäure, zu dem andern als Kohlensäure und Wasser wieder ausgeschieden zu werden. Das Blut nimmt fortwährend diese Zersetzungsproducte aus den festen Theilen auf. — Nicht so beträchtlich, doch nicht unbedeutend ist die Freiwerdung der Kohlensäure bei der Bildung der Haare, der Epidermis und der Nägel (bei den Thieren auch der Hörner), so wie auch des Zellgewebes, der fibrösen Häute, des elastischen Gewebes und der verschiedenen Knorpel. Doch ist in den zuletzt genannten Geweben der Stoffwechsel nur gering. Wahrscheinlich schließt sich in seiner elementären Zusammensetzung der Schleim dem Horngewebe an, da er chemisch und physiologisch der Epidermis sehr ähnlich ist. Die sich täglich neu bildende Quantität jenes Stoffs ist groß genug, um hier in Anschlag gebracht werden zu können. Alle jene übrigen genannten Gebilde unterscheiden sich nach den Analysen von Scherer am wesentlichsten darin von den drei bekannten Proteinverbindungen, daß sie weniger Kohlenstoff enthalten. Durch den Sauerstoff des Bluts muß also dieser bei der Bildung jener Substanzen aus dem Protein in Kohlensäure verwandelt sein, da er auf eine andere Weise nicht verschwinden kann. — Die Kohlensäure der Hautausdünstung ist wahrscheinlich zum Theil die bei der Bildung der Epidermis entstandene. Alle andre auf diesem Wege gebildete wird vom Blute aufgenommen.

Wir sehen also, daß der Sauerstoff zu der Bildung der im Blute vorhandenen Kohlensäure zu einem großen Theil aus der Lunge herstammt; nur die bei Umwandlung der Proteinverbindungen in Harnstoff frei werdende Kohlensäure nimmt zu einem Theil ihren Sauerstoff aus den sich umwandelnden Substanzen selbst. Dies ist deßhalb sehr beachtungswerth, weil nur sehr wenig Sauerstoff von dem Blutwasser aufgenommen werden, und deßhalb auch nur sehr wenig von ihm in die parenchymatöse Flüssigkeit übergehen kann.

Ueber die Art und Weise, wie man das Kohlensäuregas wieder aus dem Blute austreibt, so daß dasselbe arteriell wird, findet sich in dem, was früher über den Luftgehalt des Bluts gesagt ist, Aufschluß. Der Sauerstoff geht durch die Lungenzellen in die Capillargefäße der Lunge, und das Koh-

lensäuregas aus diesen in jene hinüber. Dieser Uebergang ist Folge der verschiedenen Mischung der Luft des Bluts und der eingeathmeten Luft; jene nämlich besteht nur aus Kohlensäure, welche, als in unbeträchtlicher Menge im Blute diffundirt, leicht durch den Sauerstoff, weil derselbe in der eingeathmeten Luft viel reichlicher als das Kohlensäuregas in der ausgeathmeten vorhanden ist, verdrängt werden kann. Daß ein Austausch erfolgt, und die Kohlensäure nicht zugleich mit dem aufgenommenen Sauerstoff im Blute bleibt, oder sich, ohne daß letzterer ins Blut übergeht, der atmosphärischen Luft beimischt, hängt von der Anwesenheit der Haut der Haargefäße und der Lungenzellen ab, indem, wie es durch die Physiker (namentlich durch Dalton) nachgewiesen ist, eine feuchte Membran den Austausch der Gasarten nach bestimmten Gesetzen befördert. Dies näher zu zeigen ist indeß hier nicht unsere Sache. Die Veränderung des Blutdruckes beim Athmen trägt das Ihrige auch zur Beförderung dieses Vorgangs bei. — Auf das Blutkörperchen kann der Sauerstoff erst durch die Flüssigkeit hindurch wirken, von der dasselbe umgeben ist. — Nach Berzelius wird in der Lunge Milchsäure gebildet, die denn also das kohlensaure Natron zersetzt und Kohlensäure in das Serum austreibt. Uebrigens ist die Milchsäure nicht bloß das Product des Athmens, sondern gleichfalls aller anderen Zersetzungen des Körpers. Sie muß also schon auf das kohlensaure Alkali der parenchymatösen Flüssigkeit einwirken. Das milchsaure Alkali wird später überall, wo Milchsäure ausgeschieden oder oxydirt wird, wieder in kohlensaures verwandelt. — Auch noch zwei andere Säuren, welche in dem Parenchym der Organe entstehen, zersetzen das kohlensaure Alkali, indem sie sich der Basis bemächtigen; die Schwefelsäure und Phosphorsäure nämlich, welche durch Oxydation des bei der Umwandlung des Eiweißes und Faserstoffs in Harnstoff frei werdenden Schwefels und Phosphors sich bilden und dann als schwefelsaures und phosphorsaures Kali und Natron im Urin sich wieder finden. Das verdrängte Kohlensäuregas wird von der parenchymatösen Flüssigkeit absorbirt, geht mit dieser ins Blut über und vereinigt sich hier theils mit den Blutkörperchen, theils mit dem noch wenig gesättigten Alkali und bleibt zum Theil auch vielleicht im Serum bloß diffundirt.

F. Beziehungen des Bluts zu den Functionen des Körpers.

Es bedarf keines Beweises, daß, abgesehen von der frühsten Zeit des Embryos, wo das Blut erst entsteht, bei den Menschen und Wirbelthieren alles Material zum Bilden aus dem Blute komme; zu allen Arten der Ernährung, so wie zur Absonderung giebt das ununterbrochen im Körper Zersetzung und Umwandlung erleidende Blut den Stoff her. Daß aber auch alle übrige Thätigkeit des Körpers, namentlich die des Nerven- und Muskelsystems, vom Zufluß des Bluts abhänge, beweisen die einfachsten Versuche, die Verhinderung des Blutzuflusses durch die Unterbindung der Arterien, so wie die plötzliche Verminderung der Blutmenge des ganzen Körpers. Wird ein Theil desselben des Blutzuflusses gänzlich beraubt, so hört in ihm alle Thätigkeit auf; ein sensibler Theil verliert in einigen Minuten die Empfindung; ein Muskel dient weder der Willkür mehr, noch ist er für Reflexreize empfänglich. Auch selbst die Reizbarkeit für galvanischen Reiz und die Contractionskraft nehmen nach und nach ab. Dies gilt sowohl für warmblütige

wie für kaltblütige Thiere, bei diesen jedoch in etwas geringerm Maaße. Die Functionsstörung des Muskels in den beiden ersten Beziehungen kann von den Nerven, deren Leitungsfähigkeit gestört wird, abhängen, die in der letzten hat aber nur in den Muskeln selbst ihren Grund. Denn wenn auch die Reizbarkeit eines Muskels direct in einem gewissen Grade von dem Nervensystem abhängig sein sollte, so nimmt sie selbst nach Durchschneidung aller Nervenstämme nur äußerst langsam ab, während sie schon einige Stunden nach Unterbindung der Arterien verschwindet. Le Gallois suchte die durch die Unterbindung der Aorta bewirkte Unfähigkeit der Hinterschenkel zur Reflexbewegung aus dem entstandenen Blutmangel im Rückenmark zu erklären, weil die Unterbindung der Schenkelarterien die Reflexreizbarkeit der Hinterschenkel nicht aufhob: indessen haben an dem Verluste der Bewegung die Nervenstämme und -Enden wohl wenigstens eben so viel Antheil, wie das Rückenmark, da dies auch nach Unterbindung des untern Theils der Aorta noch immer etwas Blut erhält, das noch viel weniger dem Schenkel nach Unterbindung der Schenkelarterien gänzlich entzogen wird. — Die augenblicklichen Störungen in der Gehirnthätigkeit nach plötzlicher Unterbindung der beiden Carotiden sind zwar nicht bei allen Thieren gleich auffallend, weil der Zufluß durch die Vertebralarterien nicht bei allen gleich stark ist, fehlen aber selten vollständig. Hemmung alles Blutzuflusses zum Gehirn bewirkt augenblicklichen Tod, weil das Athemholen aufhört. — Die Venen und Lymphgefäße hören in einer Gliedmaße nach vollständiger Unterbindung der blutzuführenden Arterien auf die Flüssigkeiten aufzusaugen; die tödlichsten Gifte, in die nicht blutenden Wunden gebracht, haben ihre Wirkung verloren. Alle Absonderung muß natürlich stocken. Die Ernährung leidet auch selbst dann sehr beträchtlich, wenn nur die Hauptarterie unterbunden ist; vollständige Abscheidung der Blutzufuhr bewirkt brandiges Absterben. — Endlich sinkt auch die Wärme durch Unterbindung der Arterien zu der der umgebenden Luft herab. — Durch den Verlust der Ernährung kann die Störung der Nerventhätigkeit nach gehindertem Blutzufluß nicht herbeigeführt werden, da sie auf der Stelle erfolgt, eben so wenig durch die Entziehung des Wassers, wie wichtig dieses auch für die Unterhaltung des normalen Zustandes der Nervenfasern sein mag; der Mangel der Wärme, welcher nach gehemmter Zufuhr des Bluts erfolgt, kann auch schwerlich so rasche und so auffallende Wirkung äußern; es muß daher die belebende Kraft des Bluts in einem andern Verhältniß zu suchen sein, sei es in einer chemischen Action oder in einem physikalischen Verhältniß, wie in dem Stoß durch das Blut überhaupt, in der mechanischen Reizung durch die einzelnen Blutkörperchen, oder in der durch die angefüllten Haargefäße unterhaltenen Spannung der Nervenfasern. Von dem Einflusse der Blutkörperchen soll nachher noch im Besondern die Rede sein.

Wie wichtig es für das Nervensystem sei, daß das Blut in dem richtigen Maaßverhältniß demselben zugeführt werde, erhellt aus den nachtheiligen Wirkungen, welche die Verminderung der allgemeinen Blutmasse hervorbringt, die selbst dann bemerkbar sind, wenn das Leben durch den Verlust noch gar nicht einmal gefährdet wird. Dies kann nach dem Versuche von Piorry bei Hunden nicht mehr fortbestehen, wenn der Blutverlust mehr als $1/25$ des ganzen Körpergewichts beträgt. Blundell giebt als das Maximum nur 9 — 12 Unzen an, und da ein großer, 24 Pf. schwerer Hund gegen 2 Pf. Blut beim langsamen Verbluten aus der Aorta giebt, so würde also schon die Entziehung des einen Drittels der gesammten Blutmasse für

Hunde tödtlich sein. Ein Hammel stirbt, wie Scheel angiebt, nach Entziehung von ℥ 61 Blut (= 1/23 seines Totalgewichts), ein Pferd, wie Hales gefunden, nach Verlust von 32 Pf. Es kommt hierbei jedoch nicht bloß auf das relative Gewicht des Bluts, sondern auch auf die Schnelligkeit des Blutverlustes und auf das Alter und die Constitution des Organismus an. Bei dem raschen Blutverluste kann der Tod durch den plötzlichen Eindruck auf das Nervensystem erfolgen, wenn noch hinreichend Blut im Körper ist, um das Leben zu erhalten. Piorry entzog Hunden nach und nach, ohne dazwischen Nahrung zu reichen, eine Blutmenge, die dem zehnten bis achten Theil des Körpergewichts gleichkam, und bei Nahrung binnen fünf Tagen fast halb so viel Blut, wie sie schwer waren. Einem Pferde wurde von Gohier binnen 19 Tagen 174½ Pfund Blut entzogen. Den Einfluß des Alters haben Scheel und Piorry dargethan. Ein Lamm wird nach Ersterm scheintodt bei einem Blutverlust von 1/28 seines Totalgewichts, ein Hammel nach Letzterm aber nach 1/23. Dieser Beobachter fand, daß ein ganz junges Kalb nach Verlust von 1/20 — 1/12, ein älteres erst nach Verlust von 1/11 — 1/9 seines Körpergewichts diese Wirkung erleidet. So wie bei Kindern die mit Blutverlust verbundene Gefahr für den Augenblick relativ größer ist als bei Erwachsenen, so ist auch die Reconvalescenz bei jenen langsamer. Weiber können bekanntlich einen größern Blutverlust ertragen als Männer. Die Menschen stehen in Hinsicht der relativen Menge Blut, die sie, ohne daran zu sterben, verlieren können, den Säugethieren und namentlich den Hunden nicht nach[1]). Wie oft kommen nicht Blutflüsse von 10 — 12 Pf. vor, nach welchen die Kranken wieder genesen. Lepelletier ließ einem Kranken binnen 2 Tagen 10 Pf. Blut, Taylor in 12 Stunden 12 Pf., Eiselt 7 Pf. auf einmal; Huntt berichtet von einem 10jährigen Mädchen, das binnen 8 Stunden 50 Unzen verlor. Und Alle kamen wenigstens mit dem Leben davon! — Die gewöhnlichsten heftigen Wirkungen des Blutverlusts bestehen in Ohnmacht, Convulsionen (besonders leicht bei Kindern), Delirium, Coma und in nachfolgender Erschöpfung der Kräfte mit Wasserergießungen. Die Ohnmacht tritt am spätesten oder auch gar nicht bei horizontaler Lage des Körpers ein und wird, wenn sie droht, durch dieselbe verhütet. Es ist deßhalb nach Piorry auch nicht möglich, einen Hund bei aufrechter Stellung aus der Jugularvene zu Tode bluten zu lassen. Magere Menschen können verhältnißmäßig viel mehr Blut verlieren, bis die Ohnmacht erfolgt, als fette. In der Regel hat schon ein Verlust von 15 Unzen diese Wirkung. In Krankheiten ist die Neigung dazu bald vermehrt, wie bei Darmkanalsleiden, bald vermindert, wie bei Entzündungen und vor Allem bei Congestionen nach dem Kopfe; hier sollen nach Marshall Hall, der die Wirkung des Aderlasses sehr genau erforschte[2]), erst 40 — 50 ℥ diese Wirkung haben. Derselbe Arzt unterscheidet eine dreifache Wirkung der Blutentziehung: 1) die excessive nach wiederholter großer Blutentziehung oder anhaltendem Blutverluste, 2) die defective und 3) ein wirkliches Sinken der Lebenskräfte. Die erste äußert sich durch Beschleunigung des Pulses (100 — 130), heftiges Pulsiren der Arterien und des Herzens, Sichtbarwerden des Pulses in den Halsvenen, verminderte Empfindlichkeit des Gehörs und Gesichts, Sinnestäuschungen, Gemüthsunruhe, unruhigen Schlaf,

---

[1]) Vergl. Piorry in den Archives générales, T. X. p. 135, so wie seine frühere Abhandlung: du procédé opérativ à suivre dans l'exploration. Paris. 1831.

[2]) Ueber die Blutentziehung. Deutsch von Breßler. Berlin 1837.

Delirium, Druck im Kopfe, Todesangst, Ohnmacht, beschleunigtes Athmen und Seufzen, Begier nach frischer Luft, Lähmung der Sphincteren. Der Tod tritt plötzlich bei Bewegung ein. Die zweite hat folgende Symptome: schnellen, schwachen Puls, Taubheit, Schläfrigkeit, Unbesinnlichkeit, stilles Delirium, Oppression der Brust, Husten, Schnappen nach Luft, Auftreibung des Bauches. Das Sinken der Lebenskräfte drittens erfolgt nach Delirium, Coma, Amaurosis, häufig wiederkehrender Ohnmacht. — Anders verhalten sich die Symptome, wenn der Blutmangel bei einem Menschen langsam entstanden ist, sei es durch Verlust, oder durch Hinderniß in der Hämatose; sie sind: unvollkommene Ernährung, sparsame Absonderungen, verminderte Wärme, Muskelschwäche (wenn auch Herzklopfen), Neigung zur Ohnmacht, auch stumpferes Sinnen- und Nervenleben (namentlich Gesichtsschwäche).

Die Veränderung des Bluts durch Verminderung der Blutmenge habe ich durch eine große Reihe von Versuchen zu erforschen mich bemüht [1]. Ich hebe aus den Resultaten nur folgende allgemeine, für die Theorie der Wirkung des Aderlasses sehr wichtige heraus: 1) Das Blut wird kälter und seine Wärmecapacität vermindert sich. 2) Seine Gerinnung erfolgt früher, und die Auspressung des Blutwassers ist unvollständiger. 3) Die Neigung der Blutkörperchen, sich zu vereinigen, wird größer, so daß die Bildung der Faserhaut befördert wird. 4) Die Zahl der Lymphkörperchen vermehrt sich, die Blutkörperchen werden blässer, zuweilen sogar nach wiederholter Blutentziehung kleiner. Auch kommen gekerbte und kugelig gewordene Blutkörperchen jetzt in viel größerer Zahl vor, oft auch kleine farblose Körperchen (zersetzte Blutkörperchen). 5) Das ganze Blut ist heller roth, das Serum oft röthlich und trübe, zuweilen weißlich und mit einer Fettschicht bedeckt. 6) Obgleich der Blutkuchen zuweilen wegen der geringern Contraction des Faserstoffs an Größe zugenommen hat (gewöhnlich ist jedoch die Zunahme des Serums unverkennbar), so ist doch die Menge der Blutkörperchen immer vermindert, wie auch das specifische Gewicht des Bluts und der Gehalt an Wasser beweis't. 7) Sowohl der Gehalt an Eisen als der an Hüllen und Kernen findet sich aus diesem Grunde vermindert. 8) Das Wasser des Bluts vermehrt sich nicht allein in dem Verhältniß zu dem Cruor, sondern auch zu dem Eiweiß; auch das Serum ist wässeriger. 9) Die Menge des Faserstoffs findet sich überall, außer am Ende einer sehr raschen Verblutung, vermehrt; derselbe ist aber weicher und zersetzbarer. 10) Das Eiweiß und die Salze nehmen mit dem Wasser auch an Menge zu; das Fett (durch Resorption) ebenfalls. 11) Das Blut fault früher. — Hieraus sieht man, daß eine Veränderung der Blutmenge auch jedesmal eine qualitative Veränderung des Bluts mit sich führt.

Vergleichen wir mit den Wirkungen des Blutverlusts die einer gesteigerten Blutbereitung und örtlichen Blutanhäufung (Plethora, Congestion), so sehen wir, daß hier die Symptome der Aufregung, wie Beschleunigung des Athmens, Aufregung der Gehirnthätigkeit, sehr bald in die der Unterdrückung der Functionen übergehen. Das Athemholen wird nämlich seltener, der Herzschlag träger, das Sinnenleben ist stumpfer, das Denken erschwert, die Neigung zum Schlaf größer, die Bewegungen träger und von einem Gefühl von Schwäche begleitet (unterbindet man einem Thiere die vena cava oder die venae iliacae, so ist ebenfalls die Bewegung der Hinterbeine erschwert); die Wärme ist nicht vermehrt. In diesem Falle sind die

---

[1]) Das Blut. S. 165 u. ff.

Organe mit Blut überfüllt, und die Circulation ist vermindert. Wo aber der Umtrieb des Bluts bei normaler oder vermehrter Blutmenge beschleunigt ist, kommen Symptome der Aufregung der Sinnesorgane und des Gehirns zum Vorschein.

Somit sehen wir, daß, so wie das Blut für die Empfindung und Bewegung ganz unentbehrlich, auch ein bestimmtes Maaß desselben nöthig ist, um die Integrität dieser beiden Functionen zu erhalten. — Wir haben nun ferner zu untersuchen, ob jedes Blut die Qualification hierzu besitzt, 1) das Blut anderer Individuen von derselben oder verschiedener Art eben so gut als das eigene, und 2) das dunkelrothe eben so gut als das hellrothe. Auf die Wirkung des kranken Bluts können wir uns hier schon deßhalb nicht einlassen, weil für unsern Zweck wenig Aufschluß aus derselben zu schöpfen ist, und zu viel Spielraum den Hypothesen übrig bleibt.

Daß keine andere Flüssigkeit, auch nicht die Milch, das Blut ersetzen kann, unterliegt keinem Zweifel; eben so wenig ist das Blut einer andern Thierart dessen für die Dauer fähig. Wenn die höchst interessanten Transfusionsversuche von Scheel, Blundell, Prévost und Dumas, Dieffenbach, Schultz, Th. Bischoff und Magendie keine vollständige Uebereinstimmung gegeben haben, so rührt dies wahrscheinlich daher, daß sie nicht alle die Versuche mit derselben Sorgfalt anstellten, nicht den gleichen Ort zur Einspritzung benutzten, mit verschiedener Schnelligkeit die Transfusion vornahmen, nicht gleiche Quantitäten einspritzten und vor der Transfusion nicht gleich viel Blut entzogen hatten. Auf diese Umstände ist aber viel Werth zu legen. So kann man bei einer raschen Transfusion in die Jugularvenen ein Thier durch eine Portion Blut auf der Stelle tödten, die, langsam in die Schenkelvenen eingespritzt, in dreifacher Menge nicht gefährlich ist. — Alle früheren Beobachter (King, Prévost und Dumas, Dieffenbach und Bischoff) kommen darin überein, daß das Blut von Wirbelthieren mit elliptischen Blutkörperchen (z. B. das der Vögel) die Säugethiere auf der Stelle tödtet, und ich habe bei Kaninchen und Hunden durch Infusion von erwärmtem Gänseblut mehrmals augenblicklich den Tod erfolgen sehen; Magendie beobachtete aber von dem Blute der Vögel und Frösche bei Hunden keine Folgen, wahrscheinlich nur deßhalb, weil die injicirte Blutmenge unbeträchtlich war. Weniger schädlich wirkte die Transfusion des Bluts mit runden Blutkörperchen auf die Vögel, wie dies Bischoff durch Versuche mit Enten dargethan hat. Auch Magendie injicirte ohne Nachtheil einer Gans Hundeblut. Nach Bischoff muß aber das Blut zur Erlangung dieses günstigen Resultates vorher geschlagen werden. Auch ist nach seinen neueren Versuchen nur das venöse Blut der Säugethiere den Vögeln schädlich, was sehr leicht erklärbar ist, da diese Thiere eine so entwickelte Respiration besitzen. Auf Frösche wirkt das Blut der Fische am gelindesten, dann das der Vögel und mehrer Säugethiere, wogegen Menschenblut sehr heftige Symptome hervorruft. Durch die Transfusion des Bluts von Menschen oder eines Säugethiers in die Venen eines im Bau von jenen ganz verschiedenen Säugethiers gelingt es zuweilen, das in Folge eines Blutverlusts tief gesunkene und fast erloschene Leben wieder herzustellen, ohne daß jedoch länger als auf einige Tage dasselbe gefristet wird, indem das fremdartige Blut eine tödliche Krankheit erzeugt. Zuweilen erfolgt auch der Tod schon wenig Minuten nach der Wiederbelebung. Eine Erregung durch die Injection ist jedesmal sichtbar; aber nur, wo die eingespritzte Qualität nicht sehr beträchtlich ist, kann das Leben erhalten werden.

So kennt man selbst einige Fälle, wo Menschen, denen Kalbsblut transfundirt worden, gerettet wurden. Wenn schon dies gelingt, so muß natürlich die Belebung durch das Blut derselben Art, z. B. von Menschen auf Menschen, noch viel günstigere Resultate liefern. Und dergleichen glückliche Fälle giebt es auch schon in einer ziemlichen Anzahl. Daß nicht jeder Versuch dieser Art erwünschter Maßen abläuft, ist leider eine traurige Erfahrung, die sich auch bei den Thieren bestätigt findet. Es gelang mir das Experiment bei weitem nicht immer, einen so eben in Scheintod versetzten Hund durch Injection seines eigenen geschlagenen und wieder erwärmten Bluts oder durch frisches Blut eines andern Hundes wieder zu beleben. Es kommt bei Versuchen dieser Art gar nicht darauf an, daß man die ganze verlorene Blutmenge wieder ersetzt; wenig Blut hat schon belebende Kraft und für die spätere Zeit ist dies weniger gefährlich als eine große Menge. Daraus folgt, daß das transfundirte Blut nur als ein momentaner Reiz wirkt, aber kein passendes Bildungsmaterial für einen andern Körper abgiebt. Am allerwenigsten vermag das Blut einer andern Thierart den Verlust in dieser Beziehung zu ersetzen, gerade so wie sich nur aus einem bestimmten Thierei ein bestimmtes Individuum entwickeln kann. Und wahrscheinlich muß das fremde Blut gerade so wie ein fremdartiger Stoff erst wieder ausgeleert werden, ehe sich der Organismus wieder wohl befindet. Dies ist leicht begreiflich; nicht so, weßhalb die Transfusion zuweilen auf der Stelle den Tod herbeiführt. Abgesehen davon, daß eine jede, noch so unschuldige Infusion in die Halsvene, falls sie plötzlich geschieht, durch Störung der Herzthätigkeit tödten kann, muß der Grund jener Erscheinung in den Blutkörperchen, im Faserstoff oder im Serum liegen. Die elliptischen Blutkörperchen sind zu groß, um durch die Haargefäße der Säugethiere zu gehen; sie müssen somit Stockung in den lebenswichtigen Organen herbeiführen, deren Folge der Tod ist. Da die Blutkörperchen im Serum aufgelöst werden, und partielle Verschließungen der kleinen Gefäße wegen des Zusammenhangs der Haargefäße unter sich nicht gefährliche Folgen haben können, so ist es möglich, daß eine mäßige Injection von Vögelblut in die Venen eines Hundes ohne Nachtheil vorübergeht. Man hat den Faserstoff des Bluts für das Specifische in diesem angesehen, allein wohl mit Unrecht; daß er chemisch und physikalisch überall derselbe ist, könnte noch keine Widerlegung sein, da auch das Specifische eines thierischen Stoffes nicht immer durch Mikroskop und Reagentien erkennbar, noch mit äußern Eigenthümlichkeiten verbunden ist, wäre sonst nur ein Grund zu jener Annahme vorhanden. Wenn die Transfusion von geschlagenem und des Faserstoffs beraubtem Blute für den Augenblick weniger Gefahr herbeiführt als von frischem, sei es nun Menschenblut, welches Vögeln, oder Kalbsblut, welches Hunden injicirt wird, so haben wir den Grund davon erstens in dem größern Gehalt an Sauerstoff des an der Luft geschlagenen Bluts und zweitens in dem Mangel der Gerinnung des Faserstoffs zu suchen, wodurch die Gefäße verstopft werden. Geschlagenes Pferdeblut schadet einem Huhne daher wenig, das ungeronnene Plasma aber tödtet dasselbe auf der Stelle. Auch das des Faserstoffs beraubte Blut muß übrigens in den kleinen Gefäßen partielle Verschließung herbeiführen, weil es immer in einer großen Menge kleine Faserstoffschollen enthält, die zwar wieder vollkommen, aber nicht rasch aufgelöst werden können. Ob es daher kommt, daß, wie Magendie gefunden hat, die Transfusion des geschlagenen Bluts bei Hunden für die Folge durch Blutstockung in den Lungen gefährlicher ist als die des frischen Bluts,

läßt sich gerade nicht mit Bestimmtheit, aber doch mit Wahrscheinlichkeit behaupten. Daß im Faserstoff des eingespritzten Bluts nicht immer die Ursache der Gefahr liegt, geht auch aus anderen Versuchen desselben französischen Physiologen hervor. Die bloße Transfusion von Blutwasser von Hund auf Hund und noch mehr die von Mensch auf Hund ist sehr gefährlich, durch Störung der Gehirnthätigkeit und Reizung der Darmschleimhaut. Ich habe schon früher auf das Verhalten der Blutkörperchen bei Zuguß von fremdem Serum aufmerksam gemacht und erwähnt, daß deren Neigung zur Vereinigung durch dasselbe oft sehr vermehrt werde, daß selbst der Faserstoff im Blute durch fremdartiges Serum zuweilen plötzlich präcipitirt werde. — Somit giebt es mehr als ein Verhältniß, welches uns darüber Aufschluß giebt, weßhalb der Erfolg der Transfusion so oft vereitelt ward.

Von Bichat ist zuerst die Frage angeregt worden, wie weit das Venenblut im Stande sei, das Arterienblut zu vertreten und die Functionen des Körpers zu unterhalten [1]). Mehre Secretionen gehen bekanntlich aus dem Venenblute hervor, die der Lunge und der Leber (wenigstens hier zum größten Theil) und auch bei einigen kaltblütigen Wirbelthieren die der Nieren. Bei den Menschen mit unvollständig oxydirtem Blute nimmt die Ablagerung des Fettes zu, und die übrigen Secretionen so wie die Ernährung scheinen fast gar nicht gestört. Auch manche Säugethiere mit unvollständigem Athmen, z. B. die Wallen, erlangen durch Fettbildung eine beträchtliche Größe. Hier ist aber freilich das Arterienblut noch immer oxydirt; wie es aber mit der Ernährung bei gänzlichem Aufhören des Athmens aussieht, läßt sich natürlich nicht bestimmen. — Was die Absonderungen anlangt, so hat Bichat behauptet, daß, weil bei langsamen Erstickungstod der Thiere weniger Galle und Urin so wie Schweiß abgesondert werden, das dunkelrothe Blut nicht im Stande sei, die Absonderungen zu unterhalten. Wenn die Thatsache und der Schluß richtig sind, so kann die Ursache davon, außer daß der Sauerstoff als Bildungsmaterial der Secretion fehlt, auch noch darin liegen, daß die organischen Nerven ihn als Erregungsmittel entbehren. — Daß die Wärme mit der Oxydation des Bluts in der Thierreihe und bei einem und demselben Individuum zusammenhängt, soll hier nur kurz erwähnt werden, weil wir uns nicht in die Untersuchung einlassen können, ob dies in Folge eines unmittelbaren oder mittelbaren Zusammenhangs geschieht. — J. Reid [2]) hat vor Kurzem auf ein eigenthümliches Verhältniß des dunkelrothen Bluts zu den Haargefäßen hingewiesen, auf eine größere Schwierigkeit beim Durchdringen des venösen als des arteriellen Bluts durch die Haargefäße. Vorzüglich fand er dies Hinderniß in der Blutcirculation durch die Lungen. Bei dem Einathmen von Stickstoffgas gerieth das Blut in diesem Organ in Stocken, ohne daß eine mechanische Ursache, das Aufhören der Athmungsbewegungen, hieran Schuld sein soll. Die Sache ist zwar höchst beachtenswerth, aber nicht sehr leicht zu entscheiden, weil eine große Verminderung der Athmungsbewegungen beim Einathmen des Stickstoffgases doch immer erfolgt. — In Bezug auf Unterhaltung der Empfindung und willkürlichen Bewegung kann das arterielle Blut nicht durch das venöse vertreten werden, wie dies die Asphyxie zeigt, indem schon 1½ — 2½ Minuten nach der Zuschnürung der Luftröhre bei Thieren die Empfindung und willkürliche Bewegung aufhören. Doch sind

[1]) Recherches sur la vie et la mort. Ed. IV. Paris 1822.
[2]) Edinburgh Journal. T. CXLVII. p. 442.

in der Asphyxie die Verhältnisse nicht ganz einfach, indem selbst, wenn dieselbe bei Fortdauer der Athmungsbewegungen, aber Mangel an sauerstoffhaltiger Luft entsteht, immer Anhäufung des Bluts, nicht aber, wie J. P. Kay glaubte, ein gehinderter Zufluß zugleich mit stattfindet. Es ist merkwürdig, daß in jenem plötzlich entstandenen Zustande das dunkelrothe Blut viel eher die Thätigkeit des Gehirns als die des Rückenmarks beeinträchtigt, indem das Athemholen noch nach dem Aufhören der Empfindung und willkürlichen Bewegung fortdauert, und daß doch in anderen, freilich seltenen Fällen von Scheintod Empfindung und willkürliche Bewegung fehlen können, während das Bewußtsein, selbst das Gehör noch fortdauert [1]). Auch in der Cholera kommt ein ähnliches Verhältniß vor. Daß ein geringer Grad der Venosität des zum Gehirn gehenden Bluts der geistigen Thätigkeit nicht schadet, wohl aber die Bewegungsfähigkeit beeinträchtigt, zeigt die Blausucht. Bichat's Versuche [2]), in denen er durch Injection von Wasser oder Arterienblut in die Carotiden den Thieren kein Leid zufügte, durch eine eben so unternommene von Venenblut dieselben hingegen tödtete, beweisen aber den schädlichen Einfluß des vollständig venösen Bluts auf das Gehirn sehr deutlich. Mit Venenblut kann man zwar, wie oben bemerkt worden, auch wohl glückliche Resultate bei Transfusionen erhalten, zumal wenn es vorher geschlagen und dadurch sauerstoffhaltiger geworden ist, allein so tauglich zur Erregung durch Blutverlust dem Tode nahe gebrachter Thiere als arterielles ist es nicht. Nach Schultz [3]) erregt ein mit Kohlensäure geschwängertes Venenblut in dieser Beziehung gar nicht, sondern verwandelt den Scheintod in wirklichen Tod; dagegen ein mit Sauerstoff lange geschütteltes Serum, das sonst nach Prévost und Dumas sich ganz unwirksam zeigt, belebende Kraft äußert. Wenn man nach Bichat [4]) Venenblut in die Arterie einer Gliedmaße spritzt, so erlischt in derselben Empfindung und Bewegung. Beides ist der Einwirkung des Venenbluts auf die Nerven zuzuschreiben. Zwar hebt mit der Zeit der Einfluß dieses Bluts auch die Reizbarkeit der Muskeln auf; aber doch geschieht dies nicht plötzlich, wie u. A. W. F. Edwards [5]) und J. P. Kay [6]) gezeigt haben. Eben so wenig wird die Thätigkeit des Herzens sogleich durch den Eintritt des venösen Bluts in die Kranzarterien gelähmt (weniger noch, wie Bichat gegen Goodwyn bewies, durch die Berührung der innern Oberfläche des Herzens). Der Herzschlag dauert in der Asphyxie, nachdem das Blut in den Arterien schon binnen 1 — 2 Minuten dunkel geworden, noch längere Zeit, wenn auch seltener, so doch sehr kräftig fort. Ganz genaue Messungen über die Kraft des Herzstoßes in der Asphyxie hat J. Reid [7]) geliefert. Daß das Athemholen durch das arterielle Blut in Gang gebracht wird, glaube ich nicht; vielmehr scheint mir der Antrieb zu dieser Bewegung vom Venenblut auszugehen. Einer interessanten Thatsache will ich hierbei zum Beweis erwähnen. Oeffnet man den Bauch einer trächtigen Hündin, und legt das Amnion des reifen Fötus bloß, so daß dieser deutlich gesehen wird, und preßt nun die Aorta zusammen, so fängt der Fötus an zu gähnen, nach Luft zu schnappen. Dies ist ein wichtiger Wink für die Lösung der Frage von der Entstehung des ersten Athemholens.

[1]) S. den Aufsatz meines Vaters in Meckel's Archiv. Bd. II. S. 6 u. ff.
[2]) A. a. O. p. 360.
[3]) System der Circ. S. 366. [4]) A. a. O. p. 412.
[5]) De l'influence des agens physiques sur la vie. Paris 1824. p. 9.
[6]) The physiology, pathology and treatment of asphyxia. London 1834. p. 181.
[7]) A. a. O. p. 448.

Aus allen diesen Thatsachen geht hervor, daß das Blut nicht nur bloßes Bildungsmaterial und Träger oder Quelle der Wärme ist, sondern daß es im arteriellen Zustande auch wesentlich zur Fortdauer der Bewegung und Empfindung beiträgt. — Von den meisten Physiologen wird den Blutkörperchen diese erregende und belebende Wirkung auf das Nervensystem zugeschrieben, so von Müller und Wagner. Letzterer macht namentlich auf die plötzliche Störung des Nervenlebens in Folge einer raschen Blutentziehung aufmerksam [1]). So wie hier momentane Sinnestäuschungen, Verdunklungen der Sinne, Bewegungsschwäche und Ohnmacht durch den Mangel des gewohnten Reizes eintreten, so steht in chronischen Krankheiten die Abnahme des Cruors in einem geraden Verhältniß mit der allgemeinen Schwäche. Es ist auffallend, daß Burdach [2]) diese Ansicht bestreitet, während Andere, z. B. Hünefeld [3]), noch weiter gehen und die Blutkörperchen als die Substrate der Vitalität bezeichnen. Die Beziehung der Blutkörperchen zum Nervenleben als ein Reiz für die Nervenenden und -Anfänge, die sie in einer steten Thätigkeit erhalten, kann bei normalem Kreislauf oder normaler Reizbarkeit nicht gut erkannt werden, weil der Reiz ununterbrochen einwirkt; eher geschieht dies bei der plötzlichen Abnahme der Blutmenge oder plötzlichen Zunahme des Blutandrangs. Wenn es auch im Ganzen zweifelhaft ist, ob die Empfindung, welche durch Hinwendung der Aufmerksamkeit auf einen empfindlichen Theil des Körpers wahrgenommen wird, von den Blutkörperchen verursacht werde, so bietet doch ein Sinnesorgan, das empfindlichste von allen, ein Phänomen dar, wo die Einwirkung der Blutkörperchen auf die Nerven deutlich zum Bewußtsein gebracht wird. Richtet man das Auge, besonders dann, wenn das Herz durch Bewegung des Körpers aufgeregt oder der Rücktritt des Bluts am Halse etwas erschwert ist, doch auch selbst ohne diese Nebenhülfen, anhaltend gegen den blauen Himmel, so bemerkt man eine Menge blitzender Punkte, die sich in Kreisen drehen, ganz so wie die Blutkörperchen in den Haargefäßen kreisen. Ihr Leuchten dauert aber nur kurze Zeit, ähnlich dem der Sternschnuppen. Diese Erscheinung kann nur durch die Blutkörperchen, welche bei ihrem Contact mit den Fasern des Sehnerven dieselben reizen, hervorgerufen sein. Wahrscheinlich hat auch das Sausen im Ohre bei angestrengtem Hören während der Stille der Nacht in einer ähnlichen Einwirkung der Blutkörperchen auf den Hörnerv seinen Grund. Vielleicht unterhält ferner der Reiz der Blutkörperchen auf die Muskelnerven das bekannte beständige Spiel in den einzelnen Fibern der Muskeln. — Es entsteht nun die Frage: wie sollen wir uns die Einwirkung der Blutkörperchen denken, chemisch oder mechanisch? Man hat oft auch von einer elektrischen Wirkung, welche die Blutkörperchen auf die Nervensubstanz ausüben, geredet; es ist aber nicht möglich, hier eine klare, den Gesetzen der Physik genügende Vorstellung zu gewinnen. Die mechanische Einwirkung der durch die feinen Haargefäße, deren Durchmesser gerade der Größe der Blutkörperchen entspricht, hindurch getriebenen Blutkörperchen ist leicht begreiflich, leichter als eine unmittelbar chemische. Diese könnte nur darin bestehen, daß das Blutkörperchen Sauerstoff abgiebt. Allerdings haben wir so eben gesehen, daß der Sauerstoff es ist, der den belebenden Einfluß auf das Nervenleben ausübt, und nicht minder wissen wir, daß der Sauerstoff vorzugsweise an den Blutkörperchen haftet;

[1]) Beiträge zur vergleichenden Physiologie. Heft II. S. 56.
[2]) Physiologie. Bd. V. S. 626. [3]) A. a. O. S. 25.

allein wir können nicht entscheiden, ob nicht bloß deßhalb dem venösen Blute und dem Blutwasser eine erregende Kraft fehlt, weil es zu viel Kohlensäure enthält und weil es nicht im Stande ist, die frei gewordene Kohlensäure aus den Nervenenden zu verdrängen und fortzuführen. Und wenn ferner Ersteres auch, wie es am wahrscheinlichsten ist, wirklich der Fall ist, so kann doch das Blutkörperchen nicht direct auf die Nervensubstanz seinen Sauerstoff übertragen; es giebt denselben zuerst an das umgebende Serum ab, welches den Sauerstoff gegen die Kohlensäure der parenchymatösen Flüssigkeit austauscht. Dies kann alles nicht plötzlich geschehen. Ob nun noch besondere Verhältnisse in den Haargefäßen vorhanden sind, die den Austausch befördern, wie etwa der chemische Gegensatz der Blutkörperchen mit der Wand des Gefäßes, ist uns unbekannt. Der Sauerstoff, welcher von den Blutkörperchen abgegeben wird, bewirkt in der Nervensubstanz eine Zersetzung, deren hauptsächlichstes Product die Kohlensäure ist, eine Aneignung neuer Materie und eine Abstoßung der verbrauchten. Insofern nun auch dem Empfinden und dem Bewegen ein Umbilden der Nervensubstanz zu Grunde liegt, muß eben so der Sauerstoff auch für jene Thätigkeitsweisen einen Reiz abgeben. — Durch ihre Beziehung zum Sauerstoff und zur Kohlensäure erhalten die Blutkörperchen ihre anerkannte Wichtigkeit für das Athmen, indem sie jenen in der Lunge einsaugen, was das Serum nur wenig vermag, und diese zu einem Theil wenigstens aus dem Körper fortschaffen helfen. Je mehr Blutkörperchen ein Thier besitzt, desto mehr Kohlensäure wird in den Lungen ausgeschieden und Sauerstoff absorbirt. Den besten Beweis liefern die Vögel. Ob außer der faserstoffigen Grundlage und dem reinen Wasser, womit diese getränkt ist, auch noch das Blutroth bei dem Athmen eine Rolle spielt, läßt sich nicht bestimmen. — Man hat, wie die Lehre vom Athmen ausführlicher erörtern muß, das Eisen für den Träger des Sauerstoffs angesehen, ohne dazu aus einem andern Grunde berechtigt zu sein, als daß man eben nicht weiß, zu welchem andern Zweck das Eisen mit dem Blutroth verbunden sei. Es ist aber rein unmöglich, daß 3,5 C.″ Sauerstoff, die zum wenigsten bei jedem Athemzug verschwinden, an die kleine Quantität Eisen gebunden sind. In 4000 Gran Blut, die höchstens durch vier Herzcontractionen, die auf ein einmaliges Athmen kommen, durch die Lunge getrieben werden, sind aber gewiß nicht mehr als höchstens 2,0 — 2,5 Gran Eisen vorhanden, die doch so viel Sauerstoff nicht absorbiren können. Noch unwahrscheinlicher ist es, daß bloß die Kohlensäure sich mit dem Eisenoxyd als kohlensaures Eisenoxydul verbindet. Wozu das Eisen dient, wissen wir nicht; wir sind nur berechtigt zu glauben, daß es, da es nicht bei der Ernährung gebraucht und doch in so bestimmten Verhältnissen im Blute gefunden wird, dem Athmen dient. Hünefeld [1]) glaubt, daß das Eisen die Sauerstoffsüchtigkeit des Bluts beschränke, den Proceß des Athmens constant mache, indem es dem Blutroth als Beitze diene, gerade so wie der Farbestoff des Krapps durch die Verbindung mit phosphorsaurem Kalk schwerer zersetzbar wird.

Nach Leeuwenhoek's Ansicht dienen die Blutkörperchen der Ernährung; Döllinger und Dutrochet glaubten diese Ansicht, welche schon Hunter verworfen hat, durch mikroskopische Beobachtungen unterstützen zu können, indem sie das Ansetzen der Blutkörperchen zuweilen an den Gefäßwandungen beobachtet haben wollen. Auch Koch und Müller erzählen

---

[1]) A. a. O. S. 119.

wie ein Blutkörperchen zuweilen mitten in das Parenchym gerathe und dort stecken bleibe. Baumgärtner und Wagner legen dagegen diese Erscheinung so aus: ein Blutkörperchen geräth in ein enges, durch das Aufspannen gespanntes und unsichtbares Haargefäß und bleibt in demselben stecken. Und diese Erklärung ist gewiß die richtige, denn es ist nicht einzusehen, wie ein Blutkörperchen aus einem überall geschlossenen Gefäß ins Parenchym hinaustreten kann, und warum, wenn die Ernährung von den Blutkörperchen abhängt, jenes Phänomen nicht häufiger wahrgenommen wird. — Nur aus dem Plasma kann die Bildung geschehen, die immer, sowohl in der organischen als in der unorganischen Welt, den flüssigen Aggregatzustand des Bildungsmaterials erfordert, und die Blutkörperchen können nur in einer unmittelbaren Beziehung zu diesem Vorgange stehen, insofern nämlich, als sie gelös'te Stoffe in den Haargefäßen abgeben oder sich zuvor selbst auflösen. Sie geben wahrscheinlich aber nichts weiter in dem Haargefäßsystem ab als den Sauerstoff, der selbst auch nicht eigentlich in die Bildung der Organe eingeht, sondern nur Kohlensäure, Milchsäure, Wasser und Extractivstoffe bilden hilft. — M. Barry hat vor Kurzem in der Akademie von London (am 4. Juni 1840) die Entwickelung der Organe im Fötus, namentlich der Muskeln und des Chorions, aus Verbindung von Blutkörperchen erklärt: wahrscheinlich hat ihn dazu die Aehnlichkeit der in Entstehung begriffenen Blutkörperchen mit den Primitivzellen anderer Gewebe verleitet. Bei allen Embryonen soll außerdem noch das Hervorragen der Kerne der Zellen, aus denen die Gefäßwandung entstanden ist, in das Lumen der Gefäße leicht zur Annahme verführen können, daß an diesen Stellen ein Blutkörperchen mit der Gefäßwandung verschmelze.— Daß wir nicht recht wissen sollen, was aus den alten Blutkörperchen wird, kann jene Annahme des Anwachsens derselben an die Gefäßwandung nicht rechtfertigen. Wir wissen übrigens, daß sie sich im Serum auflösen. Die stark gekerbten Blutkörperchen sind wahrscheinlich schon in Auflösung begriffen, denn auf dieselbe Weise lösen sie sich außerhalb des Körpers auf. Nach einem Aderlaß beim Hungern erfolgt ihre Rückbildung rascher; die kleinen weißen Körnchen, welche sich unter diesen Verhältnissen im Blute finden, sind höchst wahrscheinlich die Ueberbleibsel derselben. Ich glaube, daß dadurch eben der Aderlaß so stark einwirkt, daß er nicht allein direct die Menge der Blutkörperchen vermindert, sondern dies auch indirect thut; in der ersten Tasse Blut des zweiten, am nächsten Tage nach dem ersten angestellten Aderlasses sind weit weniger Blutkörperchen als in der letzten Tasse des ersten Aderlasses, selbst wenn dieser nicht einmal groß gewesen. Daß der Gehalt an Faserstoff durch die Blutentziehung wächst (Pseudofibrine von Magendie), hat zum Theil, wie das Mikroskop zeigt, darin seinen Grund, daß die zerfallenen Blutkörperchen an dem Faserstoff haften. Doch haben wir früher die Möglichkeit, daß sich vollständiger Faserstoff aus den Blutkörperchen bilde, zugestanden. — Die sicherste Nachweisung, falls eine solche nothwendig wäre, daß die Blutkörperchen im Blute aufgelös't werden, giebt uns die Untersuchung des Bluts eines Thieres, dem Tags zuvor Blutkörperchen verschiedener Form injicirt worden, wie dies Magendie von Hund auf Gans, von Vogel und Frosch auf Hund gethan hat. War deren Menge nicht sehr groß, so konnte er dieselben nicht mehr wiederfinden. Natürlich kann der Grund bei den Gänsen nicht darin liegen, daß die injicirten Blutkörperchen wegen ihrer Größe in den Haargefäßen stecken blieben, denn die der Hunde sind viel kleiner als die der Vögel. Ueber den Ort, wo die Rückbildung der Blutkörperchen vor

sich geht, hat Schultz folgende Hypothese aufgestellt. In der Pfortader, in welche doch alle Blutkörperchen nach und nach hineingerathen, sollen sie ihre Hülle, aus der in der Leber die Galle gebildet wird, abwerfen. Uebertragen wir diese Worte in unsere Sprache, so würde das so viel heißen als: das Blutroth trennt sich in dem Blute der Pfortader von den Blutkörperchen (wahrscheinlich durch die Einwirkung des Alkalis), die faserstoffige Grundlage bleibt aber übrig. Diese Ansicht findet eine Stütze in der von Simon (s. oben) gelieferten Analyse des Pfortader- und Lebervenenbluts. Dieses enthält nämlich mehr Eiweiß- und extractartige Materie und weniger Blutroth als jenes. Es ist Schade, daß man diese Behauptung nicht über den Grad der Wahrscheinlichkeit hinausheben kann. Man muß sich übrigens hüten zu glauben, daß sogleich alle Blutkörperchen der Pfortader in der Leber zersetzt werden, und daß nicht auch aus dem arteriellen Blute Galle gebildet werden könne. Vielleicht, daß auch die Lunge mit zur Zersetzung beiträgt. Die Lymphkörperchen zerfallen wenigstens im Sauerstoff viel schneller als im Kohlensäuregas. Jeder Vorgang, welcher die Ausbildung der Blutkörperchen befördert, muß, da die Ausbildung eine Verflüssigung des Kernes ist, auch mit der Zeit die Zersetzung herbeiführen.

Daß aus dem Plasma alle Ernährung geschieht, an der die Blutkörperchen keinen Antheil haben, bedarf also keines weitern Beweises; wohl aber verlangt die Annahme besprochen zu werden, ob bloß der Faserstoff der bildende Stoff sei. Da er seine plastische Kraft bei der Gerinnung des Bluts beweis't; da sich aus ihm in der Schwangerschaft die massenhaften Eihüllen, in der Entzündung die falschen Häute sehr rasch bilden; da er nach langem Hungern im Blute fehlt (wenigstens ist das Blut nicht mehr gerinnbar), im Blute der Schwangern in größerer Menge als sonst sich vorfindet, und da er endlich derjenige Stoff des Bluts ist, welcher durch die Einwirkung der Lebenskraft und der Nerven am schnellsten und am meisten verändert wird: so wäre es unrecht, seine bildende Thätigkeit in Zweifel zu ziehen; es bleibt aber immer unbegreiflich, weßhalb er bei fleischfressenden Thieren, deren Stoffwechsel rascher ist als der der pflanzenfressenden, in nur so geringer Menge gefunden wird, weßhalb er beim Kalbe im Venenblute statt im Arterienblute, wie bei erwachsenen Thieren, vorwaltet. Die Menge des Faserstoffs im Blute zeigt also, beiläufig gesagt, keineswegs die Lebhaftigkeit des Stoffwechsels an; eher könnte es die übrige Beschaffenheit desselben thun, da der Faserstoff sowohl bei den fleischfressenden Thieren im Gegensatz zu den pflanzenfressenden, wie auch bei dem Fötus und Neugebornen im Gegensatz zu den ausgewachsenen Menschen und Thieren auffallend mürbe ist. — Daß so wenig Faserstoff im Blute aufgelös't ist, zeugt zwar nicht gegen die gewöhnliche Annahme, daß aus ihm vorzüglich alle Bildung, namentlich die der Muskeln geschehe, indem er ja auch immer von Neuem in dem Maaße, wie er abgesetzt wird, sich wieder bilden könnte, und, wie Berthold dargethan hat, der Stoffwechsel nicht so rasch ist, als daß es einer größern Menge Ersatz bedürfte; allein auffallend ist dies Verhältniß doch, wenn wir mit seiner Menge die des Eiweißes vergleichen. Die Menge des Faserstoffs bei Menschen fand ich nie (in ungefähr 300 Beobachtungen) in geradem Verhältniß zu der Ernährung des Menschen; sehr gut genährte hatten meist wenig Faserstoff. Merkwürdig ist es auch, daß der Leberthran die Ernährung befördert und doch den Faserstoffgehalt des Bluts vermindert. Auch dies ist noch alles kein stringenter Beweis, daß der Faserstoff nicht ernähre, da man sagen könnte, er fehle eben deßhalb, weil er viel abgelagert werde; aber

weßhalb, kann man mit Recht fragen, wird er denn nicht in demselben Maaße wieder erzeugt, als er verbraucht wird? — Daß das Eiweiß nebst dem Fett zur Bildung des Gehirns diene, wird allgemein anerkannt; daß sich aus ihm wieder Faserstoff bilden könne, obgleich es nicht die hauptsächlichste Quelle desselben ist, da schon der Chylus in den Milchgefäßen faserstoffhaltig gefunden wird, ist nicht unwahrscheinlich, aber zu der Bildung der übrigen Organe, namentlich der Hauptmasse des thierischen Körpers, der Muskeln, soll nicht das Eiweiß, sondern der Faserstoff verwandt werden. Allein trotz der äußern Aehnlichkeit des geronnenen Faserstoffs und der Muskelsubstanz scheint die Sache keineswegs ausgemacht zu sein. Chemisch herrscht zwischen beiden eine größere Differenz als zwischen Eiweiß und Muskelsubstanz. Erstens giebt Faserstoff an kochendes Wasser weniger feste Substanz ab als Eiweiß. Zweitens besteht nach Fellenberg's Analyse [1] die Muskelsubstanz aus mehr Sauerstoff und Wasserstoff als der Faserstoff; gerade darin weicht aber dieser vom Eiweiß ab. Endlich kommt auch noch in Betracht, daß die Muskeln des Embryo sich noch fast ganz wie Eiweiß verhalten. Es liegt also sehr nahe, die Entstehung der Muskeln aus Eiweiß anzunehmen und diesem Stoff, von dem im Hühnerei alle Bildung ausgeht, auch nach der Geburt eine größere Rolle beim Bilden, als gewöhnlich geschieht, zuzuerkennen. Der Faserstoff dagegen steht dem Hornstoff und dem Leim näher als das Eiweiß; er bildet den Uebergang von diesem zu jenen Stoffen, wie dies oben näher gezeigt worden. Die Erzeugung des Hornstoffs und Leims ist also die Aufgabe des Faserstoffs; bei einigen Insecten kommt noch die Bildung des Fibroins hinzu, indem die Seide den natürlichen Uebergang des Faserstoffs zum Hornstoff bildet. — Bei Vögeln, wo so viel Hornstoff für die Federn erforderlich ist, findet sich auch viel Faserstoff, bei den Fischen dagegen wenig. Ließe sich nicht auch die dünne Haut, der dürftige Haarwuchs bei leukophlegmatischen Personen, das Ausfallen der Haare nach Nervenfiebern ohne Zwang aus der geringen Quantität des Faserstoffs im Blute ableiten? — Großen Nutzen gewährt der Faserstoff durch seine Gerinnbarkeit an der Luft, indem er die Verblutung hindert und gewissermaßen im geronnenen Zustande des Bluts eine provisorische Narbe bildet, von der, falls keine Eiterung erfolgt, ein Theil zur Bildung der dauernden verwandt wird. — Dagegen, daß die Entziehung des Faserstoffs aus dem Blute in den Magendieschen Transfusionsversuchen die Ursache der Schwäche und des Todes, so wie der anatomischen Veränderung sei, habe ich mich schon oben erklärt. Der Faserstoff wird leicht wieder erzeugt, und auf das Nervensystem kann er unmöglich wirken. Die Stockung in den Capillargefäßen in jenen Versuchen mit der von Poiseuille neuerdings entdeckten Erscheinung in Verbindung zu bringen, will mir auch nicht einleuchten. Poiseuille fand nämlich, daß die Verwandtschaft des Wassers zu gläsernen Capillarröhren vermindert wird durch Zusatz von Eiweiß und Gummi. Es läßt sich eine schleimige Flüssigkeit viel leichter als reines Wasser durch gläserne Haarröhrchen, so wie durch die lebenden Haargefäße treiben. Zugleich muß durch die Auflösung des Eiweißes und des Faserstoffs im Blutwasser auch die Exosmose, welche auf Capillarattraction beruht, durch die Wände der Haargefäße hindurch vermindert werden. Dies ist sehr wichtig für die Pathologie. Wir können uns daraus erklären, wie die krankhafte

---

[1] Müller's Archiv a. a. O.

Ausschwitzung und normale Ausscheidung durch übertriebene Blutentziehung vermehrt und nicht vermindert werde. Wassersucht ist die häufigste Folge der Blutverdünnung. Spritzt man Thieren viel Wasser in die Venen, so zeigt sich dasselbe Phänomen. Magendie machte bei Menschen dies Experiment; es erfolgte auch hier Wassersucht, besonders in den Gelenken. (Bei einem Hydrophobischen trat zwar Beruhigung ein, der Tod blieb aber nicht aus. Daß das Wasser die Reizbarkeit der Nerven herabstimmt, ist bekannt.) Auch die Imbibition der Blutkörperchen mit Wasser und die Auflösung des Blutroths wird aus demselben Grunde durch das Eiweiß zugleich mit den Salzen verhindert. Die Salze vermindern außerdem auch, so wie sie überhaupt bindend auf die thierische Materie wirken, das Zusammenkleben der Blutkörperchen. Es giebt wohl wenige chemische Eigenschaften des Eiweißes, die nicht auch für den organischen Prozeß von Wichtigkeit wären; nicht allein, daß es das Fett und die erdigen Salze in freier Suspension erhält, es geht mit außerordentlich vielen Stoffen, namentlich mit den Metallsalzen, eine Verbindung ein, hindert deren schädlichen Einfluß auf die Nerven und vermittelt ihre Ausscheidung aus dem Körper. — Die festen Fettarten gehen in die Bildung des Gehirns ein, die flüssigen lagern sich ins Fettzellgewebe ab; ein Theil verläßt als Kohlensäure und Wasser den Körper, ein anderer dient zur Bildung der Galle (das Blut der Lebervenen enthält weniger Fett als das der Pfortader). — Die löslichen Extractivstoffe scheinen nicht zur Ernährung verwandt zu werden, denn im Chylus sind sie nach Nees in derselben Menge wie in der Lymphe vorhanden (vergl. was über sie oben bei der Entstehung des Bluts gesagt ist). — Die Milchsäure dient sowohl als Auflösungsmittel bei der Verdauung, wie beim Athmen zum Verdrängen der Kohlensäure aus den Salzen und vielleicht auch zur Bindung des sich entwickelnden Ammoniaks. — Die kohlensauren Alkalien sind nebst den übrigen Salzen des Bluts die Lösungsmittel der thierischen Substanz; jene dienen als Träger der Kohlensäure, diese beschleunigen die Verbindung der Gase mit dem Blute. — Die unorganischen, im Blute nicht aufgelös'ten Substanzen gehen in die Bildung gewisser Gewebe ein und halten im Blute die Atome getrennt, so daß die chemischen Verbindungen der Materie im kreisenden Blute schwieriger erfolgen. — Die mannigfaltigen Beziehungen des Wassers zu dem thierischen Körper zu erörtern, muß einem andern Orte überlassen bleiben. — Von der Ausscheidung der aus dem Körper zu entfernenden, im Blute gebildeten oder von demselben überall aufgenommenen Stoffe (Harnstoff, Milchsäure, Kohlensäure u. s. w.) ist bei deren Bildung schon die Rede gewesen.

Nachtrag.

Da Herr Professor Liebig mit andern Arbeiten zu sehr überhäuft ist, um der Aufforderung des Herausgebers dieses Wörterbuches zur Zeit entsprechen zu können, so möge wenigstens ein Auszug aus dem lichtvollen Artikel »Blut«, welchen der ausgezeichnete Chemiker dem Handwörterbuch der Chemie (Bd. I. S. 873) einverleibte, und von dem ich so eben die bezüglichen Bogen erhalten habe, hier seinen Platz finden [1]).

Das Eiweiß des Blutwassers ist nach Liebig zwar nicht mit dem Natron chemisch verbunden, weil es, mit Alkohol niedergeschlagen und mit Weingeist ausgewaschen, keine Asche liefert, welche lösliches Alkali enthält (S. 901), es verdankt aber sowohl dem kohlensauren Natron wie den übrigen im Serum aufgelös'ten Neutralsalzen seine Lösbarkeit und Mischbarkeit (S. 876). — Faserstoff mit Wasser, ohne Zusatz von lösendem Salze, sich selbst überlassen, wird mit der Zeit unter Entwickelung von Ammoniak flüssig. Die Flüssigkeit verhält sich einer Eiweißlösung vollkommen gleich (S. 881).

S. 883 theilt Liebig das Verfahren von Le Canu und Denis mit, den Faserstoffgehalt der Blutkörperchen zu beweisen. Ohne Zweifel besteht deren Grundlage aus Faserstoff, allein der nach jener Methode (nach Zusatz von Glaubersalz zum frischen Blute aus dem beim Filtriren zurückbleibenden gallertartigen Magma) erhaltene möchte doch wohl größtentheils der vorher aufgelös't gewesene, mit den Blutkörperchen in Verbindung gebliebene, unvollständig geronnene Faserstoff sein. Durch das Mikroskop ist man im Stande, dies nachzuweisen.

Der rothe Farbestoff befindet sich auch nach Liebig's Meinung in einer chemischen Verbindung mit dem Eiweiß (S. 884). Das Hämatin ist ein Zersetzungsproduct (S. 886), auf dessen wesentliche Eigenschaften das Eisen keinen bedingenden Einfluß äußert (S. 887). Das Eisen findet sich als Eisenoxyd im Blute, wie (S. 888) bewiesen wird. Auch ist wahrscheinlich der Phosphor des Eiweißes und Faserstoffs im oxydirten Zustande vorhanden (S. 891). Auf die Richtigkeit des Gehalts an diesem Bestandtheil kann man bei der Unsicherheit der Bestimmungsmethode der Phosphorsäure überhaupt wenig Gewicht legen (S. 892).

---

[1]) Herr Professor Liebig wird hoffentlich später sein Versprechen lösen. Für den Augenblick mag die Bemerkung genügen, daß auf die neueren Arbeiten desselben über Thierchemie in mehren demnächst folgenden Artikeln, z. B. in dem Artikel »Ernährung,« die geeignete Rücksicht genommen werden wird. Uebrigens sind die Hauptresultate dieser Forschungen bereits in den Annalen der Chemie und Pharmacie, im Handwörterbuch der Chemie, in einer besonderen Abhandlung: »die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie,« und selbst größtentheils in der Augsburger allgemeinen Zeitung mitgetheilt, daher Jedermann leicht zugänglich. Anm. d. Red.

Sehr interessant sind die von Playfair und Böckmann mitgetheilten vergleichenden Analysen der Elementarbestandtheile des Ochsenbluts und Ochsenfleisches. Sie ergeben eine vollständige Identität beider Substanzen (S. 897).

Sauerstoff kann nicht im Blute diffundirt sein (S. 899). Das von Magnus durch die Luftpumpe oder durch Wasserstoffgas aus dem Blute erhaltene Kohlensäuregas ist durch Zersetzung des doppeltkohlensauren Natrons entwickelt worden. Da nach Marcet 1,65 Theile kohlensaures Natron in 1000 Theilen Serum sich finden, so geben, falls das Alkali ein doppeltkohlensaures ist, 1000 Volum Serum 700 Volum Kohlensäure, oder 1000 Volum Blut 609 Volum von diesem Gas, wenn dasselbe aus seiner Verbindung mit dem Alkali vollständig verdrängt wird, und die Hälfte davon, wenn das doppeltkohlensaure Natron nur in einfachkohlensaures verwandelt wird. Die 271 Vol. Kohlensäure, welche Magnus in 6 Stunden aus 1000 Volum Blut vermittelst Wasserstoffgas erhielt, ist also etwas weniger als das Volum Kohlensäure, welches frei wird, wenn das doppeltkohlensaure Natron in neutrales verwandelt wird. Die größere Menge Kohlensäure (373 — 540 Vol.), welche binnen 24 Stunden frei ward, entsteht nach Liebig offenbar durch Zersetzung des neutralen Salzes, vielleicht in Folge der Bildung von Milchsäure. Diese Kohlensäure ist nach ihm nicht die Folge einer durch das Wasserstoffgas bewirkten Zersetzung, weil sowohl die nach Fällen des Bluts durch Alkohol abfiltrirte Flüssigkeit, wie auch das unveränderte Blut nach Zusatz von Kochsalz, wodurch die Fäulniß aufgehoben wird, auch noch an Wasserstoffgas Kohlensäure abgiebt. (Ob in beiden Fällen auch späterhin dieselbe Menge Kohlensäure wie aus dem unvermischten Blut durch das Wasserstoffgas ausgetrieben wird, findet sich leider nicht erwähnt.)

Obgleich Liebig behauptet, daß die Meinung, die Kohlensäure sei im Blute in der Form von doppeltkohlensaurem Natron vorhanden, keine Art von Versuch oder Beobachtung gegen sich habe und als bewiesen angesehen werden müsse (S. 901), so bestreitet er doch nicht, daß im Serum von Ochsenblut das Alkali nur theilweise mit Kohlensäure gesättigt sein müsse, weil dasselbe sein doppeltes Volum Kohlensäure aufnimmt (S. 877). Auch nimmt er an, daß die Kohlensäure Verbindung mit dem Blutroth eingehen könne (S. 884).

H. Nasse.

Chylus.

Der Milchsaft (Chylus) ist die von den lymphatischen Gefäßen des Nahrungskanals (Milchgefäßen, vasa lactea) aufgenommene, durch den Milchsaftgang dem Blute zugeführte Flüssigkeit.

Schon bei A. v. Haller [1]) finden wir einzelne Bemerkungen von früheren Anatomen über die äußeren Eigenschaften des Chylus; eine genauere chemische Untersuchung ist aber erst von Reuß und Emmert [2]) angestellt worden. Darauf haben Hallé [3]), W. Brande [4]), A. Marcet [5]) und Prout [6]) die Eigenschaften des Chylus nach der Verschiedenheit der Nahrung zu erforschen gesucht. Die von der Pariser Academie über die Verdauung aufgestellte Preisaufgabe veranlaßte Leuret und Lassaigne [7]), sich ebenfalls mit Untersuchung der Lymphe und des Milchsafts zu beschäftigen; die Analyse fiel jedoch nur dürftig aus. Gleich darauf beschenkten Tiedemann und Gmelin die Wissenschaft mit ihrem seit vielen Jahren vorbereiteten Werke über die Verdauung [8]), in welchem sich die interessantesten Beobachtungen über den Chylus befinden. Bei den in der neuern Zeit wieder erwachten mikroskopischen Studien ward auch der Chylus nicht vergessen. Unter Andern haben C. H. Schultz [9]) so wie R. Wagner [10]) diesem Gegenstand ihre Aufmerksamkeit geschenkt, und auch von mir [11]) ist der Chylus vieler Thiere unter Anwendung chemischer Reagentien mikroskopisch untersucht worden. Die neueste Zeit hat nun noch die große Lücke, welche die Chemie bis jetzt hier gelassen, und welche schon der für die Wissenschaft zu früh verstorbene Emmert auszufüllen versprochen hatte, zu beseitigen gesucht. Rees [12]) und so eben auch noch Simon [13]) haben ausführliche Analysen des Chylus geliefert. — Außerdem sind

[1]) Elementa physiologiae c. h. Bernae 1765. T. VII. p. 61—63.

[2]) a. Reuß und Emmert in Scherer's Journal für allgemeine Chemie, Heft 26, S. 161 und Heft 30, S. 691. Dieselben Beobachtungen finden sich auch in C. L. Werner, Dissert. inaug. sistens experimenta circa modum, quo chymus in chylum mutatur. Praeside J. H. F. Autenrieth. Tübing. 1800. p. 35. b. Emmert in Reil's Archiv für Physiol. B. VIII. S. 147 u. ff.

[3]) In Fourcroy Système des connaissances chimiques. T. X.

[4]) Philosophical Transactions. For the year 1812.

[5]) Medico-chirurgical Transactions. 1815. Vol. VI. p. 618. — Annales de chimie et de physique. Paris. T. II.

[6]) Annals of philosophy. Vol. XIII. p. 12. u. 263. Uebersetzt in J. S. C. Schweigger's Journal für Chemie und Physik. B. XXVIII.

[7]) Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825.

[8]) Die Verdauung nach Versuchen. 2 Bde. Heidelberg 1826—27.

[9]) System der Circulation. Stuttgart u. Tübingen 1836.

[10]) a. In Hecker's litter. Annalen. 1834. Februarheft. b. Beiträge zur vergleichenden Physiologie des Bluts. Leipzig 1838.

[11]) Untersuchungen zur Phys. und Pathologie von F. und H. Nasse. B. II.

[12]) Philosophical Magazine. February. p. 151. — Medic. Gazette for jan. 1841. T. I. f. Deutsch unter Anderm in Froriep's Notizen. 1841. April.

[13]) Schmidt's Jahrbücher. 1841. B. XXXII. Heft 1.

noch manche einzelne schätzenswerthe Notizen über diese Flüssigkeit vorhanden, wohin namentlich die von Valentin und Th. Bischoff über den Chylus von Enthaupteten zu rechnen sind.

Der Chylus zeigt sowohl nach der Thierart, wie nach der Nahrung und nach dem Orte, woher er genommen ist, manche Verschiedenheit, und es ist daher durchaus unmöglich, daß die Angaben über ihn zusammenstimmen. Nur von dem Milchsaft größerer Thiere besitzen wir vollständige chemische Analysen, hauptsächlich von dem des Pferdes und Esels; die mikroskopische Untersuchung erstreckt sich auf alle Wirbelthiere. In Beziehung auf den durch die Nahrung bedingten Unterschied hat man den Chylus nach Fleischnahrung mit dem nach Pflanzennahrung und beide mit einem beim Hungern gebildeten verglichen; und in Rücksicht auf den Ort unterschied man bei der Untersuchung den Chylus vor dem Durchgang durch die Mesenterialknoten, nach demselben vor der Beimischung der Milzlymphe, so wie den im oberen Ende des ductus thoracicus befindlichen. — Die wesentlichsten, in der chemischen Zusammensetzung begründeten Merkmale sind allen Arten des Chylus eigenthümlich; in der äußern Beschaffenheit finden sich aber manche Differenzen, selbst wenn wir zunächst auch nur den Chylus nach dem Durchtritt durch die Lymphknoten des Mesenteriums, so wie er sich bei der Verdauung der gewöhnlichen Nahrung bildet, betrachten.

Die Menge, in welcher man den Chylus aus dem Milchbrustgang erhält, hängt bei derselben Thierart sowohl von der Zeit der Verdauung, als von der Beschaffenheit und Menge der genossenen Nahrung ab. Flüssige Nahrung, namentlich Milch, bildet schneller Milchsaft als feste, und nach sehr starker Fütterung muß man längere Zeit warten, um die Chyluskanäle angefüllt zu finden, als nach einer weniger reichlichen. Je nahrhafter die Kost, desto mehr Chylus wird natürlich gebildet. So kommt es denn, daß man bald schon 2, bald 4, bald erst 6 Stunden nach der Aufnahme der Nahrung den Milchsaft in der größten Menge antrifft. Unterbindet man dann nach Tödtung des Thieres den ductus thoracicus, so fließt der Inhalt aus dem Einstich zuweilen in einem so starken Strome wie das Blut aus einer geöffneten gleich großen Vene aus. Bei Pferden läßt sich im günstigsten Falle gegen acht Unzen, bei einem großen Hunde gegen eine halbe Unze, bei einer Katze ungefähr zwei Scrupel, bei einem Kaninchen höchstens ein halber Scrupel auffangen. So lange, als die Darmbewegung noch fortdauert, hält der Ausfluß, wenn auch in verminderter Menge, an und kann durch Drücken des Bauches etwas vermehrt werden. — Wie groß bei dem Menschen die ganze Menge Chylus ist, welche nach einer reichlichen Mahlzeit gebildet wird, läßt sich schwer bestimmen. Haller [1]) schätzt sie für 24 Stunden auf 4—8 Unzen, was aber, wie schon Burdach [2]) bemerkte, zu wenig ist, da schon bei einem Hunde wahrscheinlich ein Pfund binnen dieser Zeit in das Blut gelangt.

Der aus gewöhnlicher Kost gebildete Chylus ist eine samenartig riechende, schwach salzige, etwas süßlich schmeckende, meist alkalisch oder neutral (nach Tiedemann und Gmelin) reagirende, etwas klebrige Flüssigkeit, bei den Säugethieren von einer trüben oder wolkigen, milchweißen, gelbweißen, graulichen oder röthlichen Farbe, bei den Vögeln, Amphibien und Fischen aber von fast farbloser, durchsichtiger Beschaffenheit. Nach Macaire und Marcet [3])

---

[1]) A. a. O.

[2]) Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Leipzig, 1840. B. VI. S. 292.

[3]) Annales de chimie et physique. Paris. T. LI. p. 375.

ist er bei den Pflanzenfressern klarer und durchsichtiger, bei den Fleischfressern dichter und milchiger, und J. Müller[1]) nennt ihn daher bei jenen der Lymphe ähnlicher; indessen findet sich doch auch bei Rindern, Pferden und Kaninchen ein milchiger Chylus, falls die Thiere nur kräftige Nahrung erhalten haben. Tiedemann und Gmelin[2]) bemerkten zwischen dem der Pferde, Hunde und Schafe gar keinen Unterschied, außer daß er bei letzteren etwas weniger trübe war. Den weißesten Chylus, völlig der Milch gleich an Farbe, habe ich bei den Katzen gefunden, gleichviel welche Nahrung dieselben erhalten hatten. — Schon Elsner[3]) und A. Monro[4]), so wie Reuß und Emmert[5]) fanden eine röthliche Farbe des Chylus, und die meisten neueren Schriftsteller bestätigen diese Angabe. Bald war der Chylus rosenroth oder schwach nelkenroth, bald scharlach= oder zinnoberroth, und selbst zuweilen (nach Emmert) dunkelroth. Am seltensten war er nach Tiedemann und Gmelin[6]) unter den drei von ihnen untersuchten Säugethieren bei dem Schafe röthlich. Nur beim Pferde sah ihn Müller[7]) überhaupt von dieser Farbe; Simon[8]) berichtet, daß er beim Pferde hellroth, fleischfarben bis blutroth aussehe; doch auch hier ist er nach Gurlt[9]) zuweilen gelblich. Der aus ganz frischen Mesenterialknoten auslaufende hatte nach meinen Beobachtungen niemals diese Eigenschaft, eben so wenig jemals der des Milchsaftganges bei Kaninchen und Katzen; nur dem zuletzt auch spärlich ausfließenden mischte sich etwas Blut bei, das ihn röthete. Andere Beobachter, wie Reuß und Emmert[10]), Vauquelin[11]), Prout[12]) und Seiler[13]) bemerkten, daß, je höher hinauf in dem Milchsaftgang, desto stärker die rothe Farbe sei. Nach Schultz[14]) war nur der zuerst aus dem ductus thoracicus ausfließende Chylus geröthet, nicht der beim Druck auf die Baucheingeweide späterhin zum Vorschein kommende. Die rothe Farbe soll zunehmen, wie zuerst Hallé[15]) beobachtete, und Reuß und Emmert[16]) bestätigt fanden, wenn der Chylus einige Zeit an der Luft steht, und sich von der Oberfläche nach der Tiefe zu verbreiten. Auch selbst der vorher farblose Chylus soll nach den beiden zuletzt genannten Beobachtern und nach Krimer[17]) an der Luft jene Farbe annehmen. Sowohl in dem Lymphbrustgang sterbender Thiere als in Leichen hat Seiler[18]) ihn sich an der Luft röthend oder geröthet gefunden. J. Müller[19]) läugnet indeß die Röthung an der Luft, und ich habe weder bei Kaninchen noch bei Katzen gefunden, daß der weißliche, aus dem Milchsaftgang aufgefangene Chylus an der Luft seine Farbe änderte. — Nach Tiedemann und Gmelin[20]) macht Sauerstoff die

---

[1]) Handbuch der Physiologie. 4te Aufl. Coblenz 1841. B. I. S. 203.
[2]) A. a. O. Bd. II. S. 86.
[3]) S. bei Emmert, Reil's Archiv. Bd. VIII. S. 193.
[4]) Vergleichung des Baus der Fische mit dem Bau der Menschen. A. d. E. von Schneider. Leipzig, 1787. S. 43.
[5]) Reil's Archiv. Bd. VIII. S. 190. [6]) A. a. O. S. 77.
[7]) Handbuch der Physiologie. 3te Aufl. Bd. I. S. 145.
[8]) A. a. O. S. 5.
[9]) Lehrbuch der vergl. Physiologie der Haussäugethiere. Leipzig 1837. S. 138.
[10]) A. a. O. S. 145.
[11]) Annales du muséum national d'histoire naturelle. Paris. T. XVIII. p. 240.
[12]) A. a. O. S. 510.
[13]) Zeitschrift für Natur= und Heilkunde, herausgegeben von den Professoren der med. chir. Academie in Dresden. Bd. II. S. 353.
[14]) A. a. O. S. 157. [15]) A. a. O. p. 66. [16]) A. a. O. S. 166.
[17]) Versuch einer Physiologie des Bluts. Leipzig 1823. S. 121.
[18]) A. a. O. S. 56. [19]) A. a. O. S. 145.
[20]) A. a. O. Bd. I. S. 248.

röthliche Farbe heller, aber nicht intensiv röther; Kohlensäuregas und Stickgas verändern dieselbe ins Bräunliche, Schwefelwasserstoffgas ins Grüne. Krimer fand, daß Wasserstoffgas die Farbe des rothen Chylus nicht veränderte, eben so wenig kohlensaures Gas und Stickgas die des weißen. Wenn letzterer nach 20 Stunden aus diesen Gasen an die atmosphärische Luft gebracht wurde, so färbte er sich hellroth. Nach Emmert [1]) ist der rothe Farbestoff in Wasser löslich und wird durch Säuren vernichtet; er haftet am stärksten am Faserstoff. Von den Ursachen der rothen so wie der weißen Farbe des Chylus wird späterhin die Rede sein. Der samenartige Geruch kömmt nach Purkinje [2]) wahrscheinlich von Alkali und phosphorsaurem Kalke her. — Durch Schütteln mit Aether klärt sich, wie schon Müller [3]) angiebt, der weiße Chylus etwas, nie jedoch gänzlich auf. Man kann mit vollem Recht behaupten, daß die Aufklärung desto vollkommener wird, je milchähnlicher der Chylus aussieht. Nach dem Verdunsten des Aethers sammelt sich oben eine Fettschicht an, und unten bildet sich ein weißlicher Satz. Essigsäure macht den Milchsaft durchsichtiger, Salpetersäure und Siedehitze trüben denselben durch Coaguliren des Eiweißes. Zusatz von Essigsäure hebt die Trübung zum Theil wieder auf, und Verdünnung mit Wasser bewirkt dann eine partielle Auflösung. Durch Ammoniak wird er (nach R. Wagner [4]) und mir [5]), gerade so wie Eiter, in eine homogene schleimige Masse verwandelt. Dasselbe thut nach Wagner auch kaustisches Kali. — Von Sauerstoffgas nimmt der Chylus nach Tiedemann und Gmelin [6]) 0,062, von Kohlensäure 0,611 seines Volumens auf. Stickgas absorbirt er nicht. Nach Krimer [7]) verwandelt er das Sauerstoffgas in Kohlensäure.

Der frisch aufgefangene Chylus aller Thiere gerinnt, nachdem er 9—12 Minuten an der Luft gestanden (Brande: 10 Min.; Krimer: 12 M. beim Pferd, 9 M. beim Ochsen; Tiedemann und Gmelin: 10 M. beim Pferde; Arnold: 10—20 M.; E. Burdach: 2—3 M.; ich: bei der Katze 10 M.). Nach einiger Zeit, bald in 52 Minuten (Krimer beim Ochsen), bald in 4 Stunden (Tiedemann und Gmelin beim Pferde), bald noch später (Brande), scheidet sich ein kleiner Kuchen von dem Serum ab. Auch in dem Milchsaftgang kann die Gerinnung erfolgen, wie schon Pecquet und Bartholin von den Gerinnseln in der cisterna chyli berichten; in den Leichen wird er zuweilen deßhalb nicht geronnen gefunden, weil er wahrscheinlich wieder flüssig geworden. Die stärkste Gerinnung beobachteten Tiedemann und Gmelin [8]) bei dem Pferde, dann bei dem Hunde, die schwächste beim Schafe. Sie fanden die Gerinnung immer unvollständig, bevor sich nicht die Milzlymphe dem Milchsaft beigemischt hat. In Sauerstoff erfolgt sie rascher, in Schwefelwasserstoffgas langsamer [9]).

Der Kuchen, welcher sich zu Boden senkt, falls er nicht an der Wand des Gefäßes irgendwo anhängt, ist bald zäher, bald weicher, leicht zerreißbar, sogar oft nur gallertartig; bleibt er im Blutwasser, so löst er sich zuweilen mit der Zeit wieder in demselben auf. An ihm haftet der Riechstoff des Chylus. Das Serum ist immer klarer als der ganze Chylus, indeß keineswegs immer klar, meist weiß gelblich, zuweilen röthlich, seltner weiß oder milchig. Sein

[1]) A. a. O. S. 155.
[2]) Encyclop. Wörterbuch der medic. Wissenschaften. Berlin 1831. B. VII. S. 637.
[3]) A. a. O. B. I. S. 248. [4]) Beiträge. Heft II. S. 26. [5]) A. a. O. S. 14
[6]) A. a. O. [7]) A. a. O. [8]) A. a. O. B. II. S. 82.
[9]) Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmkanal ins Blut gelangen. Heidelberg 1820. S. 19.

specifisches Gewicht beträgt nach Marcet[1]) 1021—1022; es muß aber oft noch weniger sein, da Lassaigne[2]) als Eigenschwere des Serums des Kuhchylus 1013 und Rees[3]) die des Chylus bei einem Esel 1012 fand. An der Luft trübt es sich bald, bildet einen Bodensatz (Chyluskörperchen und Blutscheibchen). Zuweilen setzt das Chylusserum auch, wie schon Haller[4]) beobachtete, an der Oberfläche einen fetten Rahm ab. — Es reagirt wie ein verdünntes Blutwasser, besonders auf alle Reagentien des Eiweißes und Kochsalzes, außerdem aber auch auf die des Eisens. Zuweilen gerinnt es über dem Feuer nur unvollständig (nach Tiedemann und Gmelin). Ich habe sehr oft durch Zusatz von Essigsäure einen Niederschlag in ihm erzeugt. Durch Aether gerinnt es nicht, wie schon Tiedemann und Gmelin[5]) bemerkten.

Das quantitative Verhältniß des Kuchens zum Serum ist sehr verschieden; nach Tiedemann und Gmelin[6]) zwischen 1:20 und 1:94 schwankend; bei dem Pferde findet sich der größte Kuchen, ein kleinerer bei den Hunden und der geringste bei den Schafen. Auch ist nach den verschiedenen Saugaderstämmen das Verhältniß verschieden; nämlich je weiter nach dem Darm zu, einen desto kleinern Kuchen soll der Chylus geben.

Unter dem Mikroskop entdeckte Leeuwenhoek[7]) kleine, in einer Flüssigkeit suspendirte, farblose Körperchen im Chylus, die von Hewson[8]) bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien genauer untersucht worden. Letzterer schreibt denselben eine oblonge Form zu; obgleich diese Gestalt allerdings auch vorkommt, so ist die gewöhnlichste doch die kugelige, wenn auch nicht ganz regelmäßig sphärische, zuweilen selbst eckige, bald mehr längliche, bald mehr platte. Namentlich haben nach Wagner[9]) im Brustgang mehr Körperchen diese letzte Form im Vergleich mit den kugeligen der Mesenterialknoten. Einige schienen ihm beim Kaninchen sogar biconcav zu sein. — Aus den Gekrösknoten habe ich bei keinem Thiere, falls die Untersuchung bald nach dem Tode angestellt wurde, als Mehrzahl platte Körperchen erhalten; nur einzelne näherten sich dieser Gestalt. Sobald aber der Chylus mehre Tage alt geworden, oder die Körperchen zwischen den Glasplättchen gedrückt wurden, zeigten sie sich platt. Auch die aus dem Milchbrustgang erkannte ich als sphärisch. — Die längliche Form fand Wagner am deutlichsten bei den Thieren mit länglichen Blutkörperchen, vorzüglich bei den Amphibien. — Der Rand der Chyluskörperchen ist immer etwas uneben, oft fast zackig, die Oberfläche körnig. — Valentin[10]) fand in den Körperchen des Chylus eines Enthaupteten einen Kern, den Th. Bischoff[11]) unter ganz gleichen Verhältnissen nicht entdecken konnte. Ich habe den Kern nur erst beim Eintrocknen erkannt; außerdem bisweilen bei Anwendung von Essigsäure. Nach Wagner[12]) sind einzelne Körperchen mit einem runden Saum oder Hof umgeben. Auch ich fand manche dieser Art, weiß aber nicht, ob der Saum ihnen ursprünglich angehört oder erst nach der Gerinnung des Faserstoffes entstanden ist. Neben den Chyluskörperchen findet sich nämlich immer noch ein trüber, feinkörniger, dem geronnenen Käsestoff mikroskopisch ähnlicher Niederschlag,

---

1) Annales de chimie et physique. T. II. p. 52.
2) Journal de chimie médicale. 1831. p. 605. 3) A. a. O. 4) A. a. O.
5) Ueber die Verdauung. B. I. S. 12. 6) Ebendaselbst B. II. S. 82.
7) Experiment. et contempl. Ep. LVI. p. 12.
8) Disquisitio experimentalis de sanguinis natura. Lugd. Bat. 1785. p. 55, 103.
9) Beiträge. Heft II. S. 25.
10) Repertorium für Anatomie und Physiologie. B. I. S. 278.
11) Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1838. S. 497.
12) A. a. O. S. 26.

der wahrscheinlich erst nach dem Tode oder bei dem Gerinnen des Chylus außerhalb des Körpers entsteht. Chemisch verhält sich derselbe ganz so wie der Hof um die Kügelchen, ist schwer in Essigsäure und nicht in Aether löslich. — Außer diesen eigentlichen Chyluskörperchen finden sich, wie Haller schon bemerkt, in dem Milchsaft des Brustgangs erstens noch Fettkügelchen von sehr verschiedener Größe. Schultz [1]) sah sie bei Hunden und Kaninchen, Simon [2]) erwähnt sie bei dem Pferde, Valentin [3]) fand sie in dem Chylus eines Enthaupteten. Ich habe sie bei den pflanzenfressenden Säugethieren höchst selten in den Mesenterialknoten angetroffen, zahlreicher bei den fleischfressenden. Bei Menschen fehlten sie nie gänzlich; in einem Falle bei einem Trinker, der vor dem Tode mehre Tage gefastet und kein Fett genossen hatte, bestand der Milchsaft der Mesenterialknoten aus weiter nichts als Fettkügelchen. Bei einer mit Milch und gekochtem Fleische, so wie bei einer andern mit Brod und Fleisch gefütterten Katze enthielt der weiße Chylus des Brustgangs dort gar keine, hier nur einige ganz kleine Oelkügelchen, aber eine sehr große Menge noch feinere, blassere, in kleinen unregelmäßigen, zum Theil auch kugeligen Flocken zusammenhängende Partikelchen, die durch Aether aufgelös't wurden und aus festem Fett bestanden. Eben so wenig habe ich in ganz frischem Chylus eines Kaninchens Oelkügelchen gefunden, so daß ich mit J. Müller der Meinung bin, daß nur ausnahmsweise solche im Chylus vorkommen und meist erst außerhalb des Körpers sich bilden. Daher denn auch Wagner [4]) bei der fettesten Nahrung kein Fetttröpfchen finden konnte. — Nach Schultz [5]) gehen die Fettkügelchen durch die kleinsten Stufen in die Chyluskörperchen über, sowohl was die runde und eckige Gestalt, als was die körnige und durchscheinende Oberfläche und den dunkeln und hellen Rand anbetrifft (die Fettkügelchen sind nämlich kugelrund und am Rande stark dunkel schattirt). Bruns [6]) tritt dieser Annahme bei; indessen haben Wagner und ich schon früher erklärt, diese Uebergänge nicht finden zu können. — Ich muß hier noch einer eigenthümlichen Art von Körperchen gedenken, die in dem Chylus der Mesenterialknoten in ziemlich großer Menge vorkommen, und deren Beschreibung weder mit der der eigentlichen Chyluskörperchen, noch mit der der Fettkügelchen übereinstimmt. Sie sind im Ganzen etwas größer, heller, viel undeutlicher, weniger sphärisch, stärker körnig; einzelne, wahrscheinlich auch zu ihnen gehörende, sind ganz blaß, von verschiedener Größe, von unbestimmten Gränzen. Während sie zugleich mit den übrigen Chyluskörperchen bei dem Eintrocknen ihre bestimmte Begränzung verlieren, unterscheiden sie sich von diesen dadurch, daß sie verhältnißmäßig jetzt viel deutlicher als vorher werden, einen gefärbten Schein bekommen und viel dunkler als die übrigen aussehen, sobald sie etwas vom Objectivglas entfernt werden; diesem genähert scheinen sie ganz hell. Gerade umgekehrt verhalten sich die vor dem Eintrocknen deutlicher gewesenen Chyluskörperchen. Durch Essigsäure werden sie mehr angegriffen als die dunklerer Art. Auffallend war mir, daß bei dem Hammel ihre Zahl viel geringer ist als bei dem Ochsen, eben so bei dem Kalbe und dem Schweine. Je länger das Thier gefastet hat, je weniger flüssig der Saft der Mesenterialknoten ist, desto zahlreicher sind sie. Sie fehlen nicht bei dem Fötus. Ich würde diese Art von Körperchen unbedenklich für die den Gekrösknoten eigenthümlichen (bisher von Niemand beschriebenen) halten, wenn ich sie nicht auch vor dem Durchgang durch diese Organe in

---

1) A. a. O. S. 43. 2) A. a. O. 3) A. a. O. 4) A. a. O.
5) A. a. O. S. 40.
6) Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1841. S. 140.

dem Milchsaft gefunden und in einem Fall bei einem Menschen in der Mesenterialdrüse, in welcher nur Fetttröpfchen und unregelmäßig gestaltete Eiweißpartikelchen sich befanden, vergebens gesucht hätte. Ich gestehe, daß ich deßhalb nicht recht weiß, was ich aus ihnen machen soll. Sollten zu ihnen vielleicht auch die fettarmen Chyluskörperchen gehören? — Die meisten Beobachter haben zweitens in dem Chylus des Brustgangs auch vollständige Blutkörperchen gefunden, so Chr. Schmidt[1]), Schultz[2]), Fr. Arnold[3]), Gurlt[4]), Valentin[5]), Simon[6]). Schultz sah sie schon gleich nach dem Durchgang des Chylus durch die Mesenterialknoten; er beobachtete ferner die mannigfaltigsten Uebergangsformen zwischen den Chyluskörperchen und Blutkörperchen. Durch zartere, dünnere, auch nicht so platte Hüllen, geringen Gehalt an Farbestoff, starkes Durchscheinen des Kerns, geringe Veränderbarkeit durch Wasser unterschieden sie sich mehr oder weniger von den letzteren. Bei einigen umschloß die Hülle den Kern dicht, bei anderen war sie schon größer und umgab den Kern locker. Auch hierin stimmt Bruns[7]) mit Schultz überein. Die übrigen Beobachter erwähnen dieser Uebergangsformen nicht, falls man nicht die schon vorher erwähnten, platten, biconcaven, sonst von den andern sphärischen nicht verschiedenen Chyluskörperchen von Wagner hierher zählen will. Auch mir sind sie nie zu Gesichte gekommen. Nicht einmal vollständige Blutkörperchen konnte ich in dem Chylus, bei strotzender Anfüllung der Milchgefäße, jedesmal gewahr werden, falls ich den Brustgang so eröffnete, daß sich von außen kein Blut beimischen konnte. Dies vermeidet man dadurch am besten, daß man den nach der Unterbindung strotzenden Kanal loslöſ't von seinen Umgebungen, nochmals weiter unten unterbindet, dann das doppelt durch den Faden gesicherte Stück ausschneidet und abspült, ehe man es ansticht.

Die Größe der Chyluskörperchen bestimmte Wagner[8]) im Durchschnitt auf 0,0033‴; dieß gilt sowohl für die aus den Mesenterialknoten als aus dem Brustgang erhaltenen. Dort ist die Differenz größer, nämlich 0,0016—0,0060‴ (bei Schafen); hier beträgt sie nur 0,0025 — 0,0050‴ (bei Kaninchen). Schultz[9]) giebt die Größe der wahren Chyluskörperchen auf 0,0005—0,0008‴ bei Kaninchen und Pferden an (ob hier nicht vielleicht ein Irrthum in der Berechnung vorgefallen?); Gurlt[10]) bei Pferden auf 0,0036‴, Valentin[11]) schätzte sie bei Menschen auf 0,00264‴, Krause[12]) auf 0,0009—0,0015‴; die letztere Größe ist auch die von Prévost und Le Rayer[13]) bei Schafen gefundene. Andere, besonders frühere Beobachter beschränkten sich darauf, das ungefähre Verhältniß der Chyluskörperchen zu den Blutscheibchen zu bestimmen. So fand Hewson[14]) letztere ein Drittel so groß, Prevost und Dumas[15]) halb so groß, J. Müller[16]) meist bei Kälbern, Ziegen und Hunden kleiner, bei Katzen eben so groß, bei Kaninchen zuweilen größer, Arnold[17]) bei Hunden und Menschen ein Drittel kleiner, eben so groß wie die Kerne, Bischoff[18])

---

[1]) Ueber die Blutkörner. Würzburg 1822. S. 41.
[2]) A. a. O. S. 40, 45.
[3]) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Zürich 1837. Bd. II. S. 175.
[4]) A. a. O. S. 139. [5]) A. a. O. [6]) A. a. O. [7]) A. a. O.
[8]) Hecker's Annalen a. a. O. S. 139. Beiträge Heft II. S. 25.
[9]) A. a. O. S. 39. u. 40.
[10]) A. a. O. S. 138. [11]) A. a. O.
[12]) Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1833. Bd I. S. 499.
[13]) Bibliothèque universelle des Sciences, belles lettres et arts. Genève. T. XXVII. p. 233.
[14]) A. a. O. [15]) Bibliothèque univers. T. XVII. p. 300.
[16]) A. a. O. Bd. I. S. 247. [17]) A. a. O. S. 170, 173. [18]) A. a. O.

bei Hunden meist so groß wie erstere. Daß ihre Größe sehr schwankend ist, haben schon Home und Mayo [1]) gefunden. — Meine Ausmessungen gaben folgende Größen:

bei	Menschen	0,0024‴	(0,0018 —0,0042‴)
»	Ochsen	0,0030‴	(0,00155—0,0048‴)
»	Katzen	0,0027‴	(0,00155—0,0043‴)
»	Schweinen	0,00264‴	(0,00155—0,0048‴)
»	Hammeln	0,00258‴	(0,00155—0,0036‴)
»	Kaninchen	0,00228‴	(0,00144—0,0039‴)
»	Hunden	0,00228‴	(0,00155—0,0042‴)

Im Milchbrustgang zeigten sich auch mir die Chyluskörperchen in weniger schwankenden Dimensionen und im Durchschnitt etwas kleiner. So waren sie bei der Katze 0,0025‴ (0,0021—0,0028‴) groß. — Außer diesen Kügelchen kommen aber noch überall einzelne kleinere Körnchen vor, die ungefähr nur 0,0001—0,0005‴ im Durchmesser betragen. Besonders reichlich fand ich sie in dem Chylus aus Menschenleichen. Vielleicht sind es überall nur Reste zerfallener Chyluskörperchen. — Die Fettkügelchen haben eine sehr verschiedene Größe. Schultz [2]) schätzt sie auf 0,0002—0,0008‴, Bruns [3]) im Chylus der Menschen auf 0,0006—0,0065‴. Ich habe außer den feinen, kaum meßbaren Fettpartikelchen die Oelkügelchen meist 0,0012 — 0,0024‴, im Durchschnitt 0,0018‴, groß gefunden. Es giebt übrigens auch noch kleinere. Größere Kügelchen scheinen nur erst von außen eingedrungen oder durch Vereinigung der kleineren entstanden zu sein.

Das Verhalten der Chyluskörperchen gegen Reagentien anlangend, so wissen wir: 1) daß sie sich in Wasser nicht auflösen. Ich fand, daß die Kügelchen etwas an Größe zunehmen, mit der Zeit blasser, undeutlicher, körniger werden und sich, nachdem die Peripherie zuerst verschwunden, in Körner allmälig auflösen. Mit der Auflockerung, die sie durch das Wasser erfahren, hängt auch ihre Formveränderung zusammen; nicht selten sieht man, daß die auf dem Boden des Tropfens liegenden aus Kugeln in Scheiben sich umgewandelt haben. Die Chyluskörperchen der Fleischfresser schwellen weniger durch Wasser auf als die der Pflanzenfresser. Auch sah ich, daß jene sich viel schwerer in Wasser suspendirt erhalten und rascher und vollkommener in demselben auf den Boden fallen. 2) Wiederholt ist schon früher ihr Verhalten gegen Aether untersucht worden. Tiedemann und Gmelin [4]) fanden die im Chylusserum suspendirten Kügelchen löslich in Aether; Müller [5]) bestritt die Löslichkeit der eigentlichen Chyluskörperchen. Nach Schultz [6]) ist nur die eine Art der Körperchen, nämlich die aus Fett bestehende, löslich; die andere bleibt unverändert, wird nur durch den Fettverlust schwerer. Die Mittelstufen schrumpfen zum Theil zusammen. Wagner [7]) sah, daß sich Hülle und Kern nach der Behandlung mit Aether deutlicher unterschieden. Th. Bischoff [8]) untersuchte die im Serum suspendirten Körperchen und beobachtete ihre Löslichkeit durch Aether. Wahrscheinlich waren hier nur Fettkügelchen im Serum vorhanden gewesen, und die Chyluskörperchen fast alle in die Placenta eingeschlossen. Die eigentlichen Chyluskörperchen verschwinden gewiß nicht durch Aether. Ich habe sie Tage lang mit dieser Flüssigkeit in Verbindung gebracht und fand nur, daß sie nach und

[1]) Outlines of human physiology. By H. Mayo. 3th ed. London 1833. p. 160.
[2]) A. a. O. [3]) A. a. O. [4]) A. a. O. Bd. II. S. 85.
[5]) A. a. O. 4te Aufl. Bd. I. S. 128. [6]) A. a. O. S. 40. u. 42.
[7]) Beiträge a. a. O. [8]) A. a. O.

nach blasser und etwas kleiner werden und später leichter durch Wasser zerfallen. Die Körner, welche sie durch Aether verlieren, sind theils von der übrigen Substanz eingeschlossen, theils haften sie an der Oberfläche und verschwinden daher sehr rasch durch Aether. 3) Bei Anwendung der Essigsäure verkleinern sie sich, ohne gänzlich verzehrt zu werden; es bleiben grobkörnige Körperchen von länglicher, bohnenförmiger, eckiger, platter, zuweilen selbst in der Mitte von beiden Seiten eingedrückter Gestalt übrig, die bei längerer Einwirkung in 2 bis 3 Körner zerfallen. Im Ganzen beträgt der Verlust ein Viertel des Durchmessers. Die Peripherie muß also eine andere Zusammensetzung haben als die Mitte. Einzelne wenige Körperchen zeigen in Folge der Einwirkung der Essigsäure eine durchsichtige Hülle um den Kern, die später aufgelös't wird. Hierin unterscheiden sich die Chyluskörperchen aus den Mesenterialdrüsen der Pflanzenfresser und Fleischfresser ebenfalls. Bei diesen beobachtete ich nie ein Sichtbarwerden einer Hülle.— Die fein granulirte Masse, welche in jedem Chylus gefunden wird, ist nur schwer löslich in Essigsäure. Eine vorläufige Behandlung mit Aether macht die Körperchen nicht leichter auflösbar in letzterer, eben so wenig wie die Behandlung mit dieser für die Auflösung durch jenen. 4) Durch Schwefelsäure werden die Chyluskörperchen deutlicher und bestimmter. 5) Durch kaustische und kohlensaure Alkalien lösen sie sich rasch auf, indem sie durch Ammoniak und kaustischen Kalk in eine schleimige Masse verwandelt werden. (Auffallend ist es, daß mir dies nicht mehr gelang, wenn vorher die Körperchen mit Aether behandelt waren, obwohl eine Auflösung durch Alkalien dann noch möglich ist.) Nach Verdünnung mit Wasser schlägt sich aus der schleimigen Masse eine flockige Substanz nieder, die sich ganz wie Faserstoff verhält. 6) Mehre alkalinische Salze, namentlich Kochsalz, bewirken bei concentrirter Einwirkung ein Zerfallen der Körperchen in einzelne Körner und eine Umwandlung in eine schleimige Masse, aus welcher der Zusatz von Wasser ebenfalls Faserstoffflocken wieder ausscheidet. — Die in einer nicht sehr concentrirten Kochsalzauflösung aufgeschwämmten Chyluskörperchen zersetzen sich auf diese Weise besonders leicht unter Sauerstoffgas, nur sehr langsam unter Kohlensäuregas [1]. E. Burdach [2]) sah durch ersteres die Körperchen ihre Körnchen verlieren, woraus er schließt, daß alle Körnchen den Chyluskügelchen bloß anhaften, nicht von ihnen eingeschlossen werden.

Aus diesen Versuchen läßt sich nun für die chemische Natur der Körperchen der Schluß bilden, daß sie aus Fett und Faserstoff bestehen müssen; nur ein Theil ihrer Peripherie kann Käsestoff sein.

Die Farbe des Chylus ist fast ausschließlich der Anwesenheit der verschiedenen in ihm suspendirten Körperchen zuzuschreiben. Die eigentlichen Chyluskörperchen machen für sich allein die Flüssigkeit nur trübe, molkig, die Fettkügelchen aber weiß, milchig. Dies ist die einfache Lösung des Widerspruchs zwischen Tiedemann und Gmelin [3]) einerseits und Müller [4]) und E. H. Weber [5]) andererseits. Erstere schreiben die weiße Farbe des Chylus dem Fettgehalte zu, letztere den Chyluskörperchen. Arnold [6]) vertheidigte die erstere Ansicht. Schultz [7]) wies aber schon darauf hin, daß man zwischen Fettkügelchen und Chyluskörperchen unterscheiden müsse. Da ferner die Placenta

---

1) Untersuchungen zur Phys. u. Pathol. Bd. II. S. 181.
2) Physiologie von K. F. Burdach. Bd. VI. S. 516.
3) A. a. O. 4) A. a. O.
5) Hildebrandt's Handbuch der Anatomie. 4te Ausg. Braunschweig 1830. Bd. I. S. 160.
6) A. a. O. S. 137. 7) A. a. O. S. 45.

größtentheils die letzteren einschließt, die ersteren aber fast gänzlich im Blutwasser suspendirt bleiben, so muß das Resultat der Behandlung mit Aether ein verschiedenes sein, je nachdem man, wie Müller, den frischen oder durch Rühren seines Faserstoffs beraubten Chylus, oder, wie Bischoff [1]), nur das Serum desselben untersucht, und, wenn Ersteres der Fall ist, je nachdem die Thiere vorher viel gefressen oder gehungert haben, denn der Milchsaft von letzteren enthält im Verhältniß zu den Chyluskörperchen äußerst wenig Fettpartikelchen. In dem Maße der Milchsaft reich an letzteren ist, gleicht er auch mehr der Milch und verliert seine Trübung durch Aether; und diese Aufklärung ist zuweilen fast ganz vollständig, indem es milchweißen, durch Fett getrübten Chylus giebt, in welchem nur äußerst wenig Chyluskörperchen vorkommen.

Daß der Farbestoff des rothen Chylus Blutroth ist, hatten Tiedemann und Gmelin aus seinem Verhalten gegen Reagentien (s. oben) geschlossen, und Hünefeld [2]) zeigte, daß die qualitativen Eigenschaften beider Stoffe gleich sind. (Eine Elementaranalyse fehlt indessen noch.) Daß der Farbestoff an den Chyluskörperchen haftet, nicht im Serum aufgelös't ist, wurde schon von Monro [3]) angegeben und besonders von Arnold [4]), welcher die gerötheten Körperchen für neu entstandene Blutkörperchen ansieht, vertheidigt. Es handelt sich nur um die Frage, ob auch farblose Chyluskörperchen durch die Einwirkung der Luft sich röthen können. Dies wird von vielen Physiologen angenommen, indem sie sich auf die von Emmert [5]) u. A. erzählte Thatsache stützen, daß der Chylus oft erst an der Luft sich röthet, seine Farbe aus dem Gelbgrauen in ein Pfirsich-Blutroth umwandelt. Unter Anderen hat Krimer [6]) diese Behauptung bestimmt ausgesprochen, nachdem Emmert zuerst die Entstehung des Farbestoffs auf diese Weise als wahrscheinlich dargestellt hatte. Indessen scheint es, als ob die Sache keineswegs als entschieden angenommen werden dürfe. Erstens findet man bald einen farblosen Chylus, der sich nicht an der Luft röthet, und bald einen schon in dem Brustgang vor dem Zutritt der Luft gerötheten; zweitens nimmt der röthliche Chylus in Sauerstoff nie eine stärkere, sondern immer nur eine hellere Röthe an; drittens steht der Grad der Röthe immer in gradem Verhältniß zu der Menge der Blutkörperchen, und viertens enthält das Blut immer eine große Menge farbloser, offenbar aus dem Chylus herstammender Kügelchen, die weder nach dem häufigen Durchgang durch die Lungen, noch an der Luft außerhalb des Körpers sich röthen, so daß es scheint, als erfolge die Röthung keineswegs sehr schnell. — Daß der Kuchen des Chylus eine Röthe zeigt, wenn der ungeronnene Chylus fast farblos erschienen, darf uns nicht irre führen, weil vorher die Blutkörperchen durch die Fettkügelchen verdeckt waren, die nur zu einem kleinen Theil mit in den Kuchen eingeschlossen werden, und jene jetzt dichter neben einander liegen. Es ist dies derselbe Fall wie mit der Faserhautflüssigkeit, die auch oft vor dem Gerinnen nur weißlich trübe ist und doch einen röthlichen Kuchen bildet. Die undurchsichtigen Fettpartikelchen verdecken aber das Blutroth noch viel mehr als die einzelnen farblosen Kügelchen und die gerinnenden Faserstoffpartikelchen, welche die Faserhautflüssigkeit enthält. Die bekannte Erscheinung, daß sich der ausgewaschene Faserstoff an der Luft röthet, hängt nur von dem Einschluß einzelner, sehr schwer von dem Faserstoff entfernbarer Blutkörperchen ab, die sich nach und nach erst auflösen (fein vertheilter, sehr gut ausgewaschener Faserstoff röthet

---

1) A. a. O. 2) Chemie und Medicin. Berlin 1841. 2tes Buch. S. 132.
3) A. a. O. S. 43. 4) A. a. O. S. 174.
5) Reil's Archiv. A. a. O. S. 151. 6) A. a. O. S. 127.

sich nicht mehr), und kann also hier auch nicht als Analogie dienen. Somit stimme ich vollkommen mit Arnold darin überein, daß die Röthe von den beigemischten Blutkörperchen bedingt wird.

Von den vorzüglichsten Bestandtheilen des Milchsaftes, Eiweiß, Fett, Faserstoff, Käsestoff, ist schon die Rede gewesen. Außer dem nicht wesentlichen Blutroth enthält diese Flüssigkeit noch Extractivstoffe, Speichelstoff, alkalinische und erdige Salze nebst etwas Eisen. Das Eiweiß ist im Serum aufgelös't; in welchem Zustand, ob als Natronalbuminat oder als reines Eiweiß, ist unbestimmt. Nach Prout [1]) ist ein Theil des Eiweißes kein vollkommnes, dasjenige nämlich, welches sich mit verdünnter Essigsäure bei der Hitze niederschlägt. Nach der Abscheidung dieses Niederschlages soll aber blausaures Kali vollständig ausgebildetes Eiweiß präcipitiren. Das durch Weingeist niedergeschlagene Eiweiß ist nach Vauquelin [2]) in kaustischem Kali weniger löslich als Bluteiweiß. Daß ferner durch Essigsäure meist ein starkes Präcipitat sich bildet, durch Aether keine Gerinnung erfolgt, ist schon vorher bemerkt worden. Offenbar verhält sich also das Chyluseiweiß dem Käsestoff ähnlicher als anderes Eiweiß, und zwar wahrscheinlich deßhalb, weil es hauptsächlich mit Natron verbunden ist. Hier wäre eine genauere Untersuchung sehr wünschenswerth. — Tiedemann und Gmelin [3]) theilen die extractartigen Stoffe des Chylus in Osmazom und Speichelstoff ein; letzterer ist auch von Simon anerkannt. Wahrscheinlich ist es dieser Stoff und nicht Harnstoff, welcher bewirkt, daß, wie Tiedemann und Gmelin beobachteten, das Kochsalz des Chylus nicht in Würfeln, sondern in Octaedern krystallisirte. Reuß und Emmert, so wie später Prévost und Dumas, haben fälschlich das durch die Siedehitze nicht gerinnbare, durch Galläpfeltinctur fällbare Protein Gallerte genannt. — Der Faserstoff des Chylus soll nur eine sehr schwache Gerinnbarkeit besitzen, wie schon Vauquelin angiebt, und gallertartig mit wenig Zusammenhang gerinnen; Marcet sah, daß er von selbst wieder flüssig ward und sich sehr leicht in Wasser zertheilte. Nach Vauquelin, Brande, Prévost und Le Rayer ist er in kaustischen Alkalien, wie auch selbst in Kohlensäure sehr leicht, in Essigsäure dagegen nach Prout schwer löslich. Der in der Siedehitze durch Essigsäure in geringerer Menge gelös'te setzt sich nach Brande beim Erkalten in weißen Flocken wieder ab. Nees bemerkt, daß er wie Eiweiß reagire, bestätigt also die Behauptung von Vauquelin, daß er dem Eiweißstoff noch sehr ähnlich sei; Brande hielt ihn dagegen für mehr dem Käsestoff ähnlich. Alle diese Angaben bedürfen jedoch einer genauern Untersuchung, da man niemals die Chyluskügelchen vollständig von dem Faserstoff getrennt hat. Eine Elmentaranalyse wäre hier von großer Wichtigkeit; leider ist aber die Quantität des Faserstoffs im Chylus zu gering, und dieser selbst zu schwer in größerer Menge zu erhalten. Den aus dem Katzenchylus erhaltenen Faserstoff fand ich ungeachtet des großen Fettgehaltes der Flüssigkeit doch jedesmal sehr fest, selbst fester als den Blutfaserstoff, aus deutlichen Schollen unter dem Mikroskop zusammengesetzt, und, wo er gleich Anfangs ganz weiß war, sich nicht röthend an der Luft. Chemische Unterschiede des ausgewaschenen Faserstoffs des Chylus von dem des Bluts konnte ich nicht bemerken. — Emmert [4]) läugnete auffallenderweise den Fettgehalt des Chylus, da doch dieser Bestandtheil niemals mangelt.

---

[1]) Untersuchungen über den Harngries. A. d. E. Weimar 1823. S. 39.
[2]) A. a. O. p. 245. [3]) A. a. O. S. 91.
[4]) A. a. O. S. 171.

Nach Vauquelin [1]) ist die fettige Materie des Chylus nicht mehr durch Alkali verseifbar. Sie besteht aus einer weißen talgartigen und einer gelben öligen. Tiedemann und Gmelin, so wie Schultz und Nees, fanden gleichfalls beide Fettarten. Die feste befindet sich nach ihnen im Serum, die flüssige ist zum Theil als gelbes, baumölartiges Fett in diesem suspendirt, zum Theil als bräunliches auch mit den Chyluskörperchen vereinigt. Das aus dem Chylus der Katzen durch Aether von mir gewonnene Fett war ganz weiß und größtentheils fest. Von dem des Bluts unterschied es sich dadurch, daß es nicht den penetranten Geruch nach Katzenharn wie jenes besaß. Dies jeder Thierart eigenthümliche flüchtige Fett wird also wahrscheinlich nicht im Darmkanal gebildet— Milchzucker wollte W. Brande entdeckt haben; außer von Tiedemann und Gmelin bei einem mit Stärkemehl gefütterten Hunde ist diese Substanz jedoch nie wieder im Chylus gefunden worden.— Die Bestandtheile der Galle hat Vauquelin vergeblich im Chylus gesucht. — Die alkalinischen Salze sind nach Tiedemann und Gmelin kohlensaures, salzsaures, essigsaures, zuweilen auch schwefelsaures oder phosphorsaures Natron mit etwas Kali; auch Nees nennt ganz dieselben, nur mit dem kleinen Unterschiede, daß er die Essigsäure als Milchsäure annimmt; Simon fand gleiche Salze wie im Blute und führt namentlich Chlornatrium und milchsaures Natron an. Reuß und Emmert, welche das Alkali für kaustisches hielten, weil es mit Säuren nicht aufbraus't, erwähnen auch der Anwesenheit von Ammoniak. Kohlensauren und phosphorsauren Kalk fanden Tiedemann und Gmelin; Simon schwefelsauren statt kohlensauren. Das Eisen, dessen Anwesenheit im Chylus Wright geläugnet hatte, erkannten schon Reuß und Emmert, so wie Vauquelin. Erstere zeigten, daß es im Chylus loser gebunden sei als im Blute, indem es auf blausaures Kali, Galläpfeltinctur und Salpetersäure reagire. Nach Emmert tritt die Reaction des Chylus auf Eisen dann erst deutlich hervor, wenn derselbe längere Zeit an der Luft gestanden hat oder in Fäulniß übergegangen ist. Das Eisen ist nicht an die Chyluskörperchen gebunden, sondern im Serum aufgelös't, indem es sich noch nach der Präcipitation des Eiweißes in demselben nachweisen läßt. Vielleicht ist es als basisches Doppelsalz vorhanden, nach Reuß und Emmert, so wie nach Vauquelin jedoch als Phosphat, nach Nees als Oxyd, nach Simon als Oxydul. Erstere reden indessen an einer anderen Stelle davon, daß das Eisen auf einer sehr niedrigen Oxydationsstufe sich befinde und durch Natron gelös't sei. Nach Nees findet es sich mit dem in Wasser löslichen Extractivstoffe verbunden.

Die quantitativen Bestimmungen dieser Bestandtheile des Chylus mit gewöhnlicher Nahrung gefütterter Thiere will ich hier in der Art zusammenstellen, daß ich da, wo von einem Chemiker mehre Analysen vorhanden sind, das Mittel bestimme. Wo nichts weiter als eine Zahl angegeben, ist nur eine Analyse vorhanden.

1) Wasser. Reuß und Emmert: bei Pferden 950—964 (3 Analysen). Vauquelin: 910—950. Tiedemann und Gmelin: 1) beim Hunde 932,8 (915,3 und 950,3); 2) beim Pferde (3 Anal.) 944,7 (918,3 — 967,9); 3) beim Schafe (4 Anal.) 956,85 (944,9—974,1). Prout: beim Hunde 914 (892 und 936). Schultz: beim Pferde 900. Nees: beim Esel 902,37. Simon: beim Pferde (3 Anal.) 928,22 (916,10 — 940,67). Nasse: bei der Katze 905,7.

2) Faserstoff (mit mehr oder weniger Chyluskügelchen und Fett).

[1]) A. a. O. S. 244.

Reuß und Emmert: beim Pferde 10—18,0 (wahrscheinlich nicht getrocknet). Leuret und Lassaigne: 1) beim Hunde 0,193—4,91; 2) beim Pferde 0,19—1,75. Tiedemann und Gmelin: 1) beim Hunde 2,2 (1,7—2,7); 2) beim Pferde 4,4 (1,9—7,0); 3) beim Schafe 4,4 (2,4—8,2). Prout: beim Hunde 7,0 (6,0 und 8,0). Rees: beim Esel 3,7. Simon: beim Pferde 0,715 (0,44—0,9). Nasse: bei der Katze 1,3.

3) Eiweiß, a) mit Fett, Extractivstoff und Salzen. Tiedemann und Gmelin: 1) beim Hunde 65,9 (48,0 und 83,8); beim Pferde 50,7 (30,2—73,9); beim Schafe 65,9 (48,0 und 83,8). — b) Mit Fett und Extractivstoffen. Prout: bei Hunden, α) anfangendes Eiweiß 46,5 (46,0 und 47,0), β) mit etwas rothem Farbestoff (aus Chyluskörperchen) 25,0 (4,0 und 46,0). — c) Mit Chyluskörperchen. Rees: beim Esel 35,16. Simon: beim Pferde 49,892 (42,717 — 60,53). Nasse: bei der Katze 50,9. — d) Reines Eiweiß, bloß mit Kalk. Tiedemann und Gmelin: beim Pferde 31,3 (19,3 und 43,4).

4) Extractivstoffe, a) mit Salzen. Emmert: bei einem Pferde 13,8. Tiedemann und Gmelin: beim Pferde, α) in Wasser und Weingeist lösliche Theile, also Fleischextract mit milchsaurem Natron und Kochsalz 10,6 (9,1 und 12,1). β) bloß in Wasser lösliche Theile, Extractivstoff mit kohlensaurem und sehr wenig phosphorsaurem Natron 1,475 (0,93 und 2,02). — b) Ohne Salze (mit Speichelstoff). Simon: beim Pferde 6,295 (5,265—8,30). —

5) Fett. Tiedemann und Gmelin: bei dem einen Pferde 16,4 (11,81 braunes und 4,59 gelbes Fett), bei dem andern sehr wenig. Schultz: beim Pferde 15,43 (10,35 öliges und 5,08 festes). Rees: beim Esel 36,01. Simon: bei Pferden 4,892 (1,186—3,48). Nasse: bei der Katze 32,7. —

6) Blutroth. Simon: beim Pferde Spuren bis 5,691. —

7) Salze. a) Gesammtsalze. Rees: beim Esel 7,11. b) Alkalinische Salze. Marcet: 9,2. Prout: bei Hunden 7,5 (7,0—8,0). Simon: beim Pferde 7,0 (6,7—7,3). Nasse: bei der Katze 9,4 (darunter 7,1 Chlornatrium). c) Erdige Salze. Gmelin: beim Pferde 2,02. Simon: beim Pferde (zugleich mit Eisenoxydul) 0,975 (0,85—1,1). Nasse: bei der Katze 2,0.

Eine Elementaranalyse des Chylus haben Macaire und Marcet [1]) geliefert:

	von Hunden bei Fleischfütterung	von Pferden bei Grasfütterung
Kohlenstoff	55,2	55,0
Sauerstoff	25,9	26,3
Wasserstoff	6,6	6,7
Stickstoff	11,0	11,0.

Wie der Chylus bei den einzelnen Thieren verschieden sei, darüber liefern diese Analysen nur sehr unvollständige Angaben. Bloß das scheint aus denselben hervorzugehn, daß in Betreff des Gehalts an festen Bestandtheilen und insbesondere an Kuchen und unter dessen Bestandtheilen namentlich an Faserstoff der Chylus der Hunde, Katzen, Pferde und Schafe unter einander gerade auf die Weise wie das Blut dieser Thiere von einander abweiche. Die meisten festen Bestandtheile besitzt der Milchsaft der Fleischfresser, die wenigsten der der Schafe; dennoch liefert der erstere weniger Faserstoff als der der Pferde und

[1]) A. a. O. p. 377.

Schafe. Ueberhaupt mögen Leuret und Lassaigne wohl Recht haben zu behaupten, daß die Zusammensetzung des Chylus weit mehr von der Natur der Nahrungsmittel als von der Thierart, welche dieselben zu sich nimmt, abhänge.

Im Ganzen hat der Chylus eine dem Blute ähnliche Beschaffenheit, weicht aber doch in vielen Punkten wieder von demselben ab. 1) Es ist seine Farbe nicht roth, doch zuweilen schwach röthlich. 2) Sein specifisches Gewicht viel geringer. 3) Seine alkalische Reaction weniger deutlich. 4) Seine Gerinnung erfolgt später und unvollständiger. 5) Seine Körperchen sind an Zahl beträchtlich geringer, nicht scheibenförmig, sondern kugelig, im Ganzen größer, von einer mehr schwankenden Größe, nicht klebrig, in Wasser unlöslich, in Essigsäure nur partiell, durch Ammoniak in eine schleimige Masse umwandelbar. Dabei enthält er weit mehr Fettpartikelchen. 6) An festen Bestandtheilen im Allgemeinen, und an Eiweiß, Faserstoff und Körperchen im Besondern ist er viel ärmer (daß das, was gewöhnlich für Faserstoff des Chylus ausgegeben wird, nicht bloß Faserstoff sei, ist oben bemerkt worden), enthält nur $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ von denen des Bluts. 7) Sein Eiweiß verhält sich chemisch etwas verschieden von dem gleichnamigen Bestandtheile des Bluts, indem jenes dem Käsestoff ähnelt; sein Faserstoff soll (?) sich dagegen dem Eiweiß nähern. 8) Der Gehalt an Fett ist im Chylus weit größer. Das Fett ist meist alles frei, nicht verseift. 9) Auch an Extractivstoffen ist er reicher (siehe einen vergleichenden Versuch von E. Burdach [1])). 10) Die Menge der löslichen Salze ist im Chylus etwas größer; ob in dem Verhältniß der einzelnen Salze ein Unterschied existirt, ist in den früheren Analysen nicht untersucht worden. Ich fand bei der Katze ganz dasselbe Verhältniß zwischen dem Kochsalz und der Summe der übrigen alkalischen Salze im Chylus, wie es sich im Blute herausgestellt hatte. Die erdigen Salze scheinen im Chylus beträchtlich vorzuwalten. 11) Das Eisen ist in ihm nicht an die Körperchen gebunden, sondern in seinem Serum aufgelös't. 12) In Bezug auf die elementäre Zusammensetzung zeigt sich der Chylus reicher an Kohlenstoff und ärmer an Stickstoff als das arterielle Blut. Er beweis't darin seine größere Verwandtschaft mit dem Blutwasser als mit dem Cruor.

Dasjenige Thier, von dem wir die beste Analyse des Chylus besitzen, ist das Pferd. Ich stelle hier, um die chemische Aehnlichkeit und Verschiedenheit beider Flüssigkeiten recht in die Augen fallen zu lassen, eine durch Ziehung des Mittels aller vorhandenen Angaben gewonnene Analyse des Chylus des Pferdes mit der des Bluts desselben Thieres, wie eine solche hauptsächlich aus meinen Untersuchungen mit Benutzung der von Simon (in Beziehung auf die Menge des Extractivstoffes) hervorgeht, zusammen.

	Blut.	Chylus.
Wasser	810,0	935,0
(Feste Bestandtheile	190,0	65,0)
Körperchen	92,8	4,0
Faserstoff	2,8	0,75
Eiweiß	80,0	31,0
Extractivstoffe	5,2	6,25
Fett	1,55	15,0
Alkal. Salze	6,7	7,0
Erdige Salze	0,25	1,0
Eisenoxyd	0,7	Spuren
	1000,00	1000,00

[1]) A. a. O. S. 379.

Folgende vergleichende Analysen des Bluts und des Chylus von Katzen sind von mir angestellt; die des Bluts ist das Mittel aus vier Versuchen, die des Chylus aber nur einfach.

	Blut.		Chylus.
Wasser	810,0		905,7
Blutkörperchen	115,9	176,9	48,9
Eiweiß und Extractivstoff	61,0		
Faserstoff	2,4		1,3
Fett	2,7		32,7
Chlornatrium	5,37		7,1
kohlens. und milchs. Alkali	0,83	1,63	2,3
phosphorsaures Alkali	0,59		
schwefelsaures Alkali	0,21		
Eisen	0,51		Spuren
erdige Salze	0,49		2,0
	1000,0		1000,0

Es ist zwar auch die qualitative Zusammensetzung des Bluts manchen Schwankungen unterworfen, je nachdem, abgesehen von Alter und Geschlecht, der Körper in einem mehr oder weniger kräftigen Zustande sich befindet, und seine Functionen hier oder dort etwas gestört sind, ferner je nachdem ihm die Nahrung mehr oder weniger zusagt, und vielleicht auch gerade viel oder wenig Wasser in Verhältniß zu den festen Nahrungsmitteln aufgenommen worden; doch sind schwerlich die Differenzen so groß als bei dem Chylus, selbst wenn die Thiere dieselbe Nahrung erhalten haben. Im Blute wird das Verhältniß der festen Bestandtheile zu dem Wasser und jener wieder unter sich regulirt. Namentlich scheiden die Nieren auf der Stelle das Uebermaaß des Wassers und der Salze aus, und die Proteinverbindungen wandeln sich in einander um, bis daß sie in dem dem Organismus eigenthümlichen Verhältniß zu einander stehen. Anders ist es beim Chylus. Seine Zusammensetzung wird bedingt durch den Inhalt des Darmkanals, und schon, je nachdem viel oder wenig Flüssigkeit mit derselben Menge derselben Nahrung in den Nahrungsschlauch gelangt ist, muß sein Wassergehalt bald groß, bald niedrig sein. Da von einem und demselben Nahrungsmittel ein Theil der in demselben vorfindlichen Substanzen schnell, der andere spät verdaut wird, so muß man von zwei gleichen Thieren bei gleicher Nahrung einen verschieden zusammengesetzten Chylus erhalten, je nachdem man kürzere oder längere Zeit nach dem Anfang der Verdauung das Thier tödtet. Wenn man nun noch bedenkt, daß jeder thierische Körper seine Eigenthümlichkeiten in der Verdauung besitzt, der eine diesen, der andere jenen Stoff leichter aufnimmt, so kann es uns nicht wundern, daß die von demselben Chemiker angestellten Analysen des Chylus von auf gleiche Weise mit Hafer gefütterten Pferden nicht mit einander übereinstimmen, und daß Heusinger[1]) bei dem einen von zwei ganz gleich gehaltenen, zu derselben Zeit vor dem Tode mit Milch und Fett gefütterten Hunden den Chylus ganz milchig und trübe, bei dem andern viel heller und durchscheinend fand. Man sollte glauben, der nach Entziehung der Nahrung erhaltene Chylus müsse noch weit mehr Verschiedenheiten von dem aus den gewöhnlichen Nahrungsmitteln gebildeten darbieten, als unter

[1]) Magendie's Handbuch der Physiol. übersetzt v. C. F. Heusinger Bd. II. S. 167.

den von diesem aufgefangenen Proben gefunden worden, und bei Hunden müsse der aus Pflanzennahrung entstehende von dem aus Fleischkost gebildeten sehr verschieden sein. Dem ist aber nicht so. Die Differenzen sind bei derselben Nahrung eben so groß. — Stellen wir zuerst zwischen dem Chylus von Thieren, welche gehungert haben, und dem vorher beschriebenen eine Vergleichung an, zu welcher uns die Versuche von Emmert[1]) und noch mehr die von Tiedemann und Gmelin[2]) das reichste Material liefern, so finden wir folgende Unterschiede. 1) Der Chylus nach Entziehung der Nahrungsmittel ist, wenn auch trübe, doch nie milchig, sondern etwas blaß gelblich oder röthlich. Schon Emmert[3]) hatte die rothe Farbe, selbst in der Cisterne beobachtet, so wie auch späterhin Schultz[4]). Ersterer sah, daß der Chylus des Pferdes sich wie Blut an der Luft röthete und einen faserhäutigen Kuchen bildete. 2) Die Gerinnung erfolgt nach Emmert später (nach einer Stunde) und nie so fest. 3) Das Serum ist sehr klebrig, gelblich, klar oder etwas trübe, aber nie roth, und nach Emmert weniger salzig. 4) Das Verhältniß des Kuchens zum Serum findet sich nach Tiedemann und Gmelin wenig von dem gewöhnlichen abweichend. Nach Emmert ist die Placenta weniger elastisch und größer. 5) Unter dem Mikroskop fand Schultz[5]) keine Fettkügelchen und viele ganz vollständige Blutkörperchen. Nach meinen Beobachtungen sind in den Mesenterialknoten die dunklen Chyluskörperchen, welche sonst die größte Menge der Kügelchen bilden, selten, dahingegen desto zahlreicher die blassen, den Lymphkörperchen ähnlicheren. 6) Die relativen Mengen der einzelnen Bestandtheile des Chylus von nüchternen Thieren zeigen viel geringere Schwankungen als die des Chylus von gut gefütterten Thieren. 7) Der Gehalt an Wasser bietet wenig Unterschied von der mittlern Menge im normalen Chylus dar. 8) Die Menge der getrockneten Placenta (Faserstoff und Kügelchen) ist etwas größer. Nach Emmert ist zwar das Blutroth vermehrt, aber der Faserstoff vermindert. 9) Die übrigen festen Bestandtheile zusammengenommen, sowohl im Verhältniß zum ganzen Chylus als zum Serum, betragen ungefähr eben so viel als sonst. 10) Die Menge des Eiweißes ist vielleicht etwas vermehrt; wenigstens folgern es Tiedemann und Gmelin[6]) aus ihren Analysen; doch bedarf diese Folgerung wohl noch fernerer Thatsachen zu ihrer Begründung. 11) In Alkohol und in Wasser lösliche Extractivstoffe und Salze (Kochsalz und milchsaures Natron) sind nach denselben Beobachtern etwas weniger, die in Alkohol unlöslichen Extractivstoffe (mit kohlensaurem Natron) etwas mehr vorhanden. 12) Im Ganzen fehlt das Fett, das zwar auch im Chylus nach Fütterung mangeln kann, aber doch meist reichlich in diesem sich vorfindet. — Ich habe aus Tiedemann's und Gmelin's Versuchen eine Tabelle angefertigt, in welcher ich die von denselben angegebenen Verhältnisse der Bestandtheile des Blutwassers auf den ganzen Chylus berechnete. Durch dieselbe wird das in Betreff des chemischen Unterschiedes so eben Gesagte noch besser veranschaulicht.

Chylus von nüchternen Pferden:

	a	b.	c.	Mittel.	
1) Wasser	924,3	949,8	951,1	939,7	1000
2) Trockner Kuchen	17,5	4,2	10,0	10,6	
3) Trocknes Serum	46,0	58,2	44,9	49,7	

---

[1]) A. a. O. S. 187 — 196. [2]) A. a. O. Bd. II. S. 79 und 88.
[3]) A. a. O. Bd. VIII. S. 187. [4]) A. a. O. S. 47 und 157.
[5]) A. a. O. S 37. [6]) A. a. O. Bd. II. S. 93.

a) Eiweiß	35,0	46,4	—	40,7	52,1
b) Extractivstoffe mit Kochsalz und milchs. Natron . . .	8,6	8,1	—	8,35	
c) Extractivstoffe mit kohlens. Natron	2,4	3,7	—	3,05	
d) Fett	wenig	Spuren	—	wenig	

Chylus von mit Hafer gefütterten Pferden:

	a.	b.	c.	Mittel.	
1) Wasser	918,3	967,9	948,1	944,8	1000,0
2) Trockner Kuchen	7,8	1,9	3,7	4,4	
3) Trocknes Serum	73,9	30,2	48,2	50,8	
a) An Eiweiß	40,4	19,3	—	31,35	50,25
b) Extractivstoffe mit Kochsalz und milchs. Natron . . .	12,1	9,1	—	10,6	
c) Extractivstoffe mit kohlens. Natron	2,02	0,93	—	1,475	
d) Fett	16,4	wenig	—	8,2	

In dem Maaße, wie die Nahrung dürftig ist, gleicht der Chylus mehr dem so eben beschriebenen; je reicher, je nahrhafter die Kost, desto weißer und dicker wird er, wenn auch sein Kuchen keineswegs dabei an Größe zunimmt, sondern eher abnimmt. Auch die Gerinnung war in einigen Versuchen der zuletzt genannten Beobachter [1]) bei schlechter Nahrung mangelhaft. — Was den Einfluß der einzelnen Nahrungsmittel auf die äußere und innere Beschaffenheit anbelangt, so sind hierüber viele Versuche angestellt, die jedoch nicht in allen Punkten gleiche Ergebnisse geliefert haben. Fordyce [2]) will gar keinen Unterschied gesehen haben, ob die Hunde mit Fleisch oder mehligen Stoffen gefüttert wurden. Nach Prout [3]) und Marcet [4]) wird der Chylus bei Fleischnahrung an der Luft röther als bei Pflanzennahrung. Damit steht aber die Beobachtung von Leuret und Lassaigne [5]) in Widerspruch, daß der Chylus der Hunde bei der Fütterung mit Milch, Fett, Fleisch, Flechsen und Knorpeln milchweiß war, und nur nach der Fütterung mit weniger nahrhaften Stoffen, mit Zucker, Gummi, Kartoffeln und Faserstoff, sich an der Luft röthete. Die Versuche von Marcet [6]) und Prout [7]) stimmen darin überein, daß bei Hunden die Fleischnahrung einen weißeren, undurchsichtigeren Chylus liefert als die Pflanzenkost. Während der von dieser gebildete fast farblos ist, setzt der von jener meist einen fetten Rahm ab. Tiedemann und Gmelin [8]) fanden ihn bei Hunden, welche mit flüssigem Eiweiß, Faserstoff, Leim, Käse, Stärkemehl, Kleber genährt waren, wenig milchig, nach Fütterung mit Milch, Knochen, Fleisch aber ganz weiß. Auch Magendie [9]) so wie Leuret und Lassaigne [10]) sahen nur einen hellen, durchsichtigen, farblosen Chylus nach Genuß von Gummi und Zucker, so wie (bei Hunden) auch nach Brod und Faserstoff entstehen. Je mehr Fett dagegen die genossene Nahrung enthielt, desto weißer war nach Magendie [11]) der Chylus. Ganz milchig ist er bei jungen Thie-

---

[1]) Ebendaselbst Bd. I. S. 272.
[2]) Neue Untersuchungen des Verdauungsgeschäftes der Nahrungsmittel. A. d. E. von Michaelis. Zittau 1793. S. 106.
[3]) Meckel's Archiv. Bd. VI. S. 91. [4]) A. a. O. T. II. p. 52.
[5]) A. a. O. p. 158. [6]) A. a. O. p. 53. [7]) A. a. O.
[8]) A. a. O. Bd. II. S. 69. [9]) A. a. O. p. 391. [10]) A. a. O. p. 158. 166.
[11]) A. a. O. p. 156.

ren, die mit Milch genährt werden. So fanden ihn Schlemm[1]) und Mayer[2]) bei saugenden Hunden und Kätzchen; daß er bei Katzen auch ohne Genuß von Milch oder Butter milchig ist, habe ich oben schon erwähnt. Nach Marcet[3]) und Prout[4]) ist der Kuchen im Verhältniß zum Serum bei animalischer Kost größer als bei vegetabilischer (als Mittel erhält man aus ihren Versuchen die Verhältnisse 92 : 908 für den ersten Fall, 63 : 937 für den zweiten). Krimer[5]) will indessen das Gegentheil gefunden haben. Daß das Verhältniß des Kuchens zum Serum überhaupt ein sehr unsichres sei, ging schon aus den obigen Versuchen von Tiedemann und Gmelin hervor. Einigen Unterschied bei der mikroskopischen Untersuchung des Chylus der fleisch- und pflanzenfressenden Thiere habe ich oben angegeben; ob derselbe nun aber von der Verschiedenheit der Nahrung oder von der Verschiedenheit der bildenden Kraft dieser Thiere abhängt, bleibt bis jetzt unentschieden. — Die wesentlichen Bestandtheile des Chylus, Eiweiß, Faserstoff, Kochsalz und phosphorsaurer Kalk, fehlen nach Leuret und Lassaigne[6]) in keinem Chylus, mag das Thier vegetabilische oder animalische Nahrung erhalten haben; nach Krimer[7]) soll sogar die Proportion der Bestandtheile dieselbe bleiben, was jedoch nicht recht glaublich ist, da schon bei derselben Nahrung die Proportion wechselt. Außer einer unvollständigen Analyse von Prout[8]) ist, so sehr das Bedürfniß auch in die Augen fällt, doch keine vergleichende Analyse des aus vegetabilischen und animalischen Substanzen gebildeten Chylus vorhanden. Letzterer enthielt bei einem Hunde mehr feste Bestandtheile, etwas Faserstoff und eilfmal mehr Eiweiß mit Farbestoff (wahrscheinlich Chyluskügelchen), aber ebenso viel anfangendes Eiweiß. Von Fett fand Prout auffallenderweise bei beiden Hunden nur schwache Spuren. Daß aber der Fettgehalt des Chylus durch fetthaltige Nahrung vermehrt wird, haben Tiedemann und Gmelin[9]) bewiesen. Bei Hunden fanden sie im Chylus viel Fett, nachdem dieselben mit Butter gefüttert waren, eben so bei Gänsen, die viel Fett gefressen hatten. Gummi, Amylum, Gallerte, Käsestoff gehen nach ihrer Beobachtung nicht in den Chylus über; einmal fanden sie bei einem mit Stärke gefütterten Hunde Zucker im Chylus. — Von den riechenden, färbenden, nur chemisch differenten, durch den Geschmack sich verrathenden Bestandtheilen der Nahrungsmittel läßt sich gewöhnlich keine Spur in dem Chylus wiederfinden.

Bevor wir die Frage, auf welche Weise die Nahrungsmittel zur Bildung des Chylus verwandt werden, beantworten, haben wir noch die Beschaffenheit des Chylus, so wie er aus den Wandungen des Darmkanals in die Milchgefäße übertritt, näher zu betrachten. Leider liegen hierüber nur sehr unvollständige Thatsachen vor, die deßhalb, weil der Chylus im Brustgang durch den Zutritt der Lymphe, welche der Menge und Zusammensetzung nach eine unbekannte Größe ist, verändert wird, nur einen unsichern Schluß auf die nicht durch diese Beimischung bedingte Umwandlung des Chylus erlauben. Reuß und Emmert, so wie Letzterer außerdem noch in späteren Versuchen, verglichen den Chylus in den Milchgefäßen mit dem in der Cisterna chyli vorhandenen, und diesen mit dem aus dem Milchsaftgang ausfließenden, so wie mit dem im obern Theil dieses Kanals enthaltenen. Nimmt man den zuvorletzt ge-

---

[1]) Froriep's Notizen. Bd. XXV. Nro. 536. S. 122.
[2]) Ebendaselbst Bd. XXVI. Nro. 565. S. 227. [3]) A. a. O. p. 52.
[4]) Schweigger's Journal. Bd. XXVIII. S. 210. [5]) A. a. O. S. 132.
[6]) A. a. O. [7]) A. a. O. S. 131. [8]) A. a. O. S. 22.
[9]) A. a. O. Bd. II. S. 95.

nannten zum Vergleichungspunkt, so ist nach ihren Untersuchungen: 1) der Chylus vor dem Durchgange durch die Gekrösknoten nie röthlich wie jener, immer weißlich, selbst bei leerem Darmkanal[1]), und röthet sich auch nicht an der Luft. Ferner ist er weniger gerinnbar, trennt sich nicht in Kuchen und Serum, wird nur consistenter an der Luft[2]). Er enthält also weniger oder gar keinen Faserstoff[3]), keinen Cruor, dabei weniger Eiweiß, aber mehr Gallerte (Extractivstoff, Natronalbuminat), und ist deutlich alkalisch. Unter verschiedenen Umständen, bei vollem und leerem Darmkanal bleibt er sich viel mehr gleich als der Chylus im Milchsaftgang. 2) Der Chylus unmittelbar nach dem Durchgang durch die Gekrösdrüsen ist von dem letzteren in demselben Verhältniß verschieden, wie von ihm wieder der im Milchsaftgang befindliche. Er hat eine gelbweiße oder etwas röthliche Farbe[4]), coagulirt stärker als jener[5]), aber nicht so vollständig wie dieser, bildet einen kleinern[6]), weniger zusammenhängenden, elastischen Kuchen und scheidet ein trübes, nicht, wie der Chylus aus dem höheren Theile des Kanals, helles Serum[7]) aus. Durch Zunahme an Faserstoff, Eiweiß und Blutroth (nebst phosphorsaurem Eisen) und Abnahme an Gallerte unterscheidet er sich von dem frisch gebildeten Milchsaft, nähert sich hierin dem mit der Lymphe gemischten. 3) Den Chylus aus dem oberen Ende des Brustganges fanden sie gelblich grau, durch geringere Röthung an der Luft, schwächere Gerinnung, Bildung eines lockeren Kuchens und geringen Faserstoffgehalt verschieden von dem Chylus aus der Mitte des Milchsaftgangs[8]). Wahrscheinlich kam aber der Unterschied daher, daß diese Portion wegen der angelegten Ligatur sich nicht mit der Lymphe vermischen konnte, wie dies bei dem aus der Mitte des Kanals während des Ausfließens der Fall war. Aus diesem Grunde möchten wohl die Schlüsse, welche Emmert bildet, wenig haltbar sein. — Prout[9]), der nachwies, daß schon der Inhalt der Milchgefäße faserstoffhaltig sei, stimmt darin mit seinen Vorgängern überein, daß er das Eiweiß in geringerer Menge in jenem vorfand als in dem aus dem ductus thoracicus[10]). — Leuret und Lassaigne[11]) bemerkten, daß, wenn bei Pferden der Inhalt der Milchgefäße auch ganz weiß, also fetthaltig, doch der des Brustgangs durchscheinend und nicht fetthaltig war. — Bei Tiedemann und Gmelin finden sich zwei Versuche (Versuch 32 und 33), die einzelne hieher gehörende Angaben enthalten. Der Chylus von einem mit Hafer gefütterten Pferde (Versuch 32) war vor dem Durchtritt durch die Drüsen gelbweiß, leicht röthlich und gerann nicht. Bei einem andern ebenfalls mit Hafer gefütterten Pferde zeigte er eine weiße Farbe, eben so auch sein Serum nach Bildung einer sehr dünnen, gelblichen, durchsichtigen, hautartigen Placenta; er enthielt viel weniger Eiweiß, aber nicht weniger in Wasser löslichen Extractivstoff, dagegen weit mehr in Alkohol lösliche Theile, hauptsächlich Fett, als der Chylus des Milchbrustgangs. Der Inhalt der Lymphgefäße des Dickdarms war blaßgelb, gerann sehr wenig, gab fast so viel Wasser wie der übrige Chylus, keine geringere Menge Eiweiß und in Wasser löslichen Extractivstoff als dieser, gar kein Fett, aber viel in Alkohol löslichen Extractivstoff und Kochsalz. Unmittelbar nach dem Durchgang durch die Mesenterialknoten war der Chylus eben so hellroth und gerann eben so völlig als der Chylus des Milchbrustgangs. Sein Serum war etwas stärker milchig. Chemisch unterschied er

[1]) A. a. O. S. 151. u. 187. [2]) A. a. O. S. 175 u. 203.
[3]) Ebendaselbst S. 177. u. 203. [4]) Ebendaselbst S. 153.
[5]) Ebendaselbst S. 153 und 175. [6]) Ebendaselbst S. 155.
[7]) Ebendaselbst S. 158. [8]) Ebendas. S. 177. [9]) A. a. O. S. 231.
[10]) Ebendas. S. 228. [11]) A. a. O. p. 167.

sich durch größern Gehalt an festen Bestandtheilen, sowohl der Placenta als des Serums, am meisten an Fett, dann an Fleischextract und Kochsalz; an Eiweiß war er dagegen ärmer. Es ist auffallend, daß Tiedemann und Gmelin an einem andern Orte [1]) dem Chylus vor dem Durchtritt durch die Gekrösknoten alle Gerinnbarkeit absprechen, da sie doch eine schwache in den Versuchen gefunden hatten. Es kommt daher sehr häufig vor, daß man sich, auf diesen letztern Ausspruch stützend, alle Gerinnbarkeit jener Flüssigkeit läugnet (z. B. Arnold, Hünefeld). Und doch hatten schon Reuß und Emmert, so wie Prout, gesehen, daß der Chylus der Milchgefäße gerinnbar ist. Auch Schultz [2]) stimmt damit überein. Eben so fand die Gerinnbarkeit E. Burdach [3]). Nach ihm so wie nach mehreren anderen früheren Beobachtern soll der Chylus der Milchgefäße später als der des Brustgangs gerinnen. Ich konnte indessen immer sehr wenige Minuten nach der Eröffnung der Milchgefäße aus dem milchigen Chylus der Kälber mit der Nadel ein festes Gerinnsel herausziehen. — Es mag sein, daß sich zuweilen nur Fettkügelchen bis vor dem Durchgang des Chylus durch die Mesenterialknoten vorfinden, keineswegs ist aber dies immer der Fall. Bei Kälbern fand ich jedesmal Körperchen von 0,00155—0,0085''', in der Mehrzahl von 0,0028—0,0032''' (also gerade von derselben Größe wie bei den Ochsen in den Mesenterialknoten), von rundlicher, aber noch nicht regelmäßig sphärischer Gestalt, von körniger, nicht homogener Structur, sowohl welche von dunkler als welche von hellerer Art, die im Wasser sich zu Boden senkten und durch Aether nicht ganz zum Verschwinden gebracht werden konnten, wenn gleich ihr Gehalt an Fett größer zu sein schien, als bei den im Milchbrustgang desselben Thieres vorfindlichen. Durch Essigsäure, welche das Serum nicht präcipitirte, verkleinerten sie sich ohne Sichtbarwerden einer Hülle, ganz so wie die aus den Gekrösknoten ausfließenden. Von diesen unterschieden sie sich durch einen lockeren Bau, indem sie auf der Glastafel bei Anwesenheit von Wasser sich zu Scheiben mit größerm Durchmesser (von 0,007—0,008''') ausdehnten. Außerdem enthielt jener aus Milch gebildete Chylus eine große Menge kleiner Fettpartikelchen und einige seltene größere Oelkügelchen, die aber noch nicht den Chyluskörperchen an Größe gleichkamen. Als dieselben durch Aether aufgelös't waren, wandelte sich die bläuliche Farbe des Chylus in eine gelbliche um. Blutkörperchen habe ich nie darunter angetroffen. Daß die im Milchsaftgang vorfindlichen Chyluskörperchen etwas dunkler, etwas kleiner und von regelmäßigerer Größe sind als die aus den Gekrösknoten, ist schon oben bemerkt worden. Nach Arnold [4]) zeigen sich die Kügelchen vor dem Durchgang durch die Mesenterialknoten nur sparsam; reichlicher nach demselben. Mir hat dagegen der Reichthum an Chyluskörperchen in dem Saft der Mesenterialknoten immer größer geschienen als der in dem Chylus des Brustgangs. E. Burdach [5]) fand bei Hunden die Chyluskügelchen aus den Lymphgefäßen des Gekröses vor dem Eintritt in eine Lymphdrüse kleiner (?), bedeutend heller und nicht so deutlich gekörnt. — Wenn v. Gruithuisen [6]) im menschlichen Chylus, bevor derselbe durch Gekrösknoten gegangen war, noch keine vollständigen Chyluskörperchen, sondern nur viel sehr feine Körperchen beobachtete, so lag wahrscheinlich der Grund darin, daß die locker gebauten Körperchen sich nach dem Tode zersetzt hatten. Ich habe sie zuweilen in Leichen, nicht einmal mehr in den Mesenterialdrüsen wie-

---

[1]) A. a. O. Bd. II. S. 83. [2]) A. a. O. S. 69. [3]) A. a. O. S. 396.
[4]) A. a. O. S. 174. 175. [5]) A. a. O. Bd. VI. S. 393.
[6]) Medic. chir. Zeitung. Salzburg u. Insbruck 1813. Bd. II. S. 73.

dergefunden. Ueber die chemische Verschiedenheit des Inhalts der Milchgefäße von dem des Milchbrustgangs wissen wir außer den wenigen von Tiedemann und Gmelin in einem einzigen Falle aufgefundenen Verschiedenheiten leider nur sehr wenig. E. Burdach [1]) weicht darin von diesen beiden Beobachtern ab, daß er in dem Chylus aus der Cisterne im Ganzen weniger feste Bestandtheile fand als in dem des Brustgangs. Ob der Hund vorher gefressen oder gehungert hatte, giebt er nicht an. Es scheint das Letztere der Fall gewesen zu sein, da der Gehalt des ductus thoracicus pfirsich-blüthroth war.

So unvollkommen bis jetzt auch noch diese Thatsachen sind, so geht doch aus ihnen deutlich hervor, daß das Product der Verdauung schon auf seinem Wege bis zum Eintritt in den Kreislauf des Blutes verschiedene Veränderungen in seiner Zusammensetzung und Beschaffenheit seiner Kügelchen erfährt, und nicht ohne Grund einen so langen Weg zurücklegt, auf welchem es außerdem noch in den Mesenterialknoten aufgehalten wird. Auf welche Weise die Veränderung geschehe, hat man verschieden zu erklären gesucht. In früherer Zeit nahm man an, daß in den Mesenterialdrüsen eine besondere Flüssigkeit abgesondert werde, die sich dem Chylus beimische. Dieser Ansicht waren Ruysch, Hewson, A. Cooper, Monro, Abernethy, Autenrieth u. A. Doch hatte sich schon Haller davon überzeugt, daß der Chylus nicht in den Mesenterialknoten verdünnt werde. Andere Physiologen, wie Mascagni, Sömmering, Dumas, nahmen dagegen an, daß in den Mesenterialknoten nur eine innigere Mischung des Chylus erfolge. Noch Andere sahen in diesen Organen nur einen Ort, wo der Chylus von manchen, für das arterielle Blut nicht passenden Stoffen gereinigt werde. Tiedemann und Gmelin, welche dieser Ansicht im Ganzen beitreten, sind der Meinung, daß ein großer Theil der Bestandtheile des Chylus aus dem Blute aufgenommen werde, nämlich sowohl Faserstoff wie Eiweiß, Speichelstoff und Blutroth (nicht als Blutkörperchen). Arnold [2]) dehnt mit Recht die Wechselwirkung des Bluts mit dem Inhalt der Milchsaftgefäße auch auf die Gefäße außerhalb der Mesenterialknoten aus. Als aufgenommen aus dem Blute und der Lymphe, besonders der Milzlymphe, sieht er den Faserstoff, das Blutroth und das Alkali an [3]). Auch macht er darauf aufmerksam, daß der Sauerstoff des Bluts durch seinen Uebertritt zum Chylus besonders für die Ausbildung von diesem wirksam sei. Dabei gesteht er den Drüsen auch eine den Faserstoff aus dem Eiweiß bildende Kraft zu. Von der Assimilation durch die Milzlymphe redet er ebenfalls [4]) und glaubt dieselbe aus der Eigenthümlichkeit dieser Lymphe, so wie aus der dünnflüssigen, wässerigen, weißlichen Beschaffenheit des Chylus nach Ausschneidung der Milz beweisen zu können. Einige Physiologen, wie Berthold [5]) hatten schon der Lymphe der Leber durch ihren Gehalt an Galle großen Einfluß auf die Ausbildung des Milchsaftes zugeschrieben; auch Arnold [6]) vertheidigt diese Meinung, für welche er darin Gründe findet, daß die Arteriennetze auf der Oberfläche der Leber, wo zahlreiche Saugadern liegen, sehr reich sind, und zweitens daß bei einem plethorischen Zustand dieses Organs die Lymphgefäße gewöhnlich mit einer röthlichen Flüssigkeit gefüllt sind. K. F. Burdach [7]) fügt zu der Aufnahme aus dem Blute, die besonders in der des Sauerstoffs besteht, auch noch sehr richtig die schon früher vertheidigte Abgabe von Stoffen an

---

[1]) A. a. O. S. 397. [2]) A. a. O. S. 168. [3]) Ebendas. S. 153. [4]) Ebendas S. 165.
[5]) Lehrbuch der Physiologie. 2te Aufl. Göttingen 1837. Bd. III. S. 114.
[6]) A. a. O. S. 166. [7]) A. a. O. S. 386 u. 389.

dasselbe hinzu und weiset zuletzt noch darauf hin, daß man bei der Umwandlung des Chylus die lebendige Umgebung nicht übersehen dürfe.

Es scheint mir am rathsamsten, es für jetzt noch dahin gestellt sein zu lassen, ob unter diesen Meinungen sich einzelne finden, für welche ein triftiger Beweis mangelt, und zuerst bei den einzelnen Bestandtheilen des Chylus nachzusehen, wo sich dieselben bilden, und an welchem Orte und durch welche Einflüsse sie sich wahrscheinlicher Weise verändern.

Die Chyluskörperchen entstehen nicht erst in den Gekrösknoten, sondern sind, wie vorher nachgewiesen worden, schon in den Milchgefäßen enthalten. Hewson[1]) hatte zwar behauptet, daß sie von den Lymphknoten förmlich abgesondert werden, ohne jedoch ihr Vorkommen in den Milchgefäßen ausdrücklich zu läugnen. Daß sie sich erst in diesen bilden und nicht aus dem Chymus durch die Darmwände hindurch dringen, läßt sich mit J. Müller annehmen. Auch K. F. Burdach ist dieser Ansicht und stellt die Beweise für dieselbe zusammen[2]). Was man im Chymus für Chyluskörperchen gehalten hat, sind wahrscheinlich nur Schleimhautzellen gewesen. Man streitet freilich noch darüber, ob die Darmzotten Poren haben oder nicht, und ich selbst bin der Meinung, daß das Gewebe derselben poröser sein müsse als anderes, weil die Fettpartikelchen, welche sonst, ohne in Seife umgewandelt zu sein, durch nasse thierische Häute nicht hindurch treten, nicht im Chylus so reichlich vorhanden sein könnten. Aber gerade die unbeträchtliche Größe aller dieser Fettpartikelchen im Vergleich mit der der frisch gebildeten Chyluskörperchen spricht gegen die Annahme solcher Poren, die groß genug wären, um die Chyluskörperchen hindurch zu lassen. Nur in fein vertheiltem Zustande dringt das Fett durch die Wände des Darms hindurch. Bringt man eine große Menge reines Oel in den Magen eines nüchternen Hundes, so dringt von demselben nur wenig in die Chylusgefäße ein, und der milchähnliche aus Milch gebildete Chylus enthält nie Fettpartikelchen von der Größe der Milchkügelchen. Wenn nun in dem Safte des Brustganges viel mehr Kügelchen vorkommen als in dem der Milchgefäße, und doch der Wassergehalt beider Flüssigkeiten nicht sehr verschieden ist, so müssen in den Drüsen und vielleicht auch noch jenseits derselben Kügelchen aus dem flüssigen Eiweiß sich niederschlagen. Nach Schultz[3]) verwandeln sich die Fettkügelchen des frisch entstandenen Chylus in den Gekrösknoten; nämlich sie fangen an eiweißhaltig zu werden, und nach und nach bilden sie sich in die eigentlichen Chyluskörperchen um, indem das Fett durch Natron aufgelös't werden soll. Daß Fett mit in die Bildung der Chyluskörperchen eingehe, ergiebt sich allerdings aus ihrem Gehalt an Fett; aber daß dies in dem Maaße an Menge abnehme, als das Eiweiß sich um die Kügelchen ablagert, und etwa aus dem Fett sich bildet (denn wie sich Schultz diesen Vorgang denkt, führt er nicht aus), müssen wir bestreiten, da gleich anfangs schon ein Fettpartikelchen einschließendes, aus Proteinverbindung bestehendes Chyluskügelchen vorhanden ist. Burdach[4]) bezweifelt, daß das Fett überhaupt zur Bildung der Chyluskörperchen nöthig sei; indessen läßt sich dies deßhalb wohl schwerlich beweisen, weil es keine Chyluskörperchen giebt, die nicht etwas Fett einschließen, und selbst die Kügelchen der fettarmen Lymphe durch Aether etwas blasser werden. Daß sich vollständiger Chylus aus fettloser Nahrung bilden könne, ist nicht erwiesen. Wie weit übrigens die Beobachtung Ascherson's[5]), daß

---

[1]) Experimental Inquiries. London 1777. T. III. p. 119.
[2]) A. a. O. S. 302 u. ff. [3]) A. a. O. S. 39. [4]) A. a. O. S. 389.
[5]) Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. Paris 1838. T. VII. p. 837.

durch Fett das Eiweiß präcipitirt wird, bei der Gerinnung der Chyluskörperchen aus dem aufgelös'ten Protein als Erklärung benutzt werden könne, ist zweifelhaft. Daß in dem entstehenden Milchsaft so viel Fett und so wenig Kügelchen vorhanden sind, läßt sich ganz gut mit der unbestrittnen Thatsache reimen, daß das Protein als Eiweiß anfangs erst noch in geringerer Menge als in dem weiter ausgebildeten Chylus vorhanden ist. — Die sehr interessante Thatsache, daß das Eiweiß durch Verdünnung mit Wasser und wenig Essigsäure niedergeschlagen wird, kann auf den Vorgang der Kügelchenbildung des Chylus, selbst wenn dort auch wirkliche Kügelchen und nicht, wie ich stets beobachtet habe, bloß eine feinkörnige, flockige, unzusammenhängende Masse präcipitirt würde, keine Anwendung finden, obgleich sich wohl Denis[1]) mit der Hoffnung schmeichelte, diesem Vorgang auf die Spur gekommen zu sein. Die Präcipitation des Eiweißes geschieht gewiß nicht durch eine Säure oder durch Verdünnung, sondern eher durch Zutritt von Alkali und Sauerstoff und durch Entziehung von Milchsäure (oder Kohlensäure) und Wasser.

Der Zellentheorie gemäß müßten die Chyluskörperchen so entstehen, daß zuerst ein Kern sich bildet, und um diesen dann die Hülle. Nach Schwann's und Valentin's Behauptung verhält sich auch die Sache so. Letzterer nennt nur dasjenige Kernkörperchen, was Ersterer als den Kern ansieht. Ich kann mich aber mit dieser Behauptung nicht einverstanden erklären, denn zuerst ist meiner Beobachtung zufolge das Chyluskörperchen ein lockeres Agglomerat von Eiweiß- und Fettpartikelchen, in deren Mitte sich erst der Kern bildet, der nachher wieder aus einander geht und sich in den Blutkörperchen vertheilt. Dieser sichtbare Kern ist der letzte Rest des Chyluskörperchen; keineswegs bildet aber letzteres nur den Kern des Blutkörperchen, obgleich dies seit Hewson die gewöhnliche Ansicht ist. Es setzt sich kein neues Eiweiß, keine Hülle um den Kern herum; das vorhandene Material wird nur durch Aufnahme und durch Abgabe einzelner Stofftheile verändert, und die Hülle und der Kern sind die veränderten Theile des frühern Chyluskörperchen. Es beträgt das Material, aus welchem das Chyluskörperchen von 0,0024''' Durchmesser besteht, dem Raume nach mehr als dasjenige, welches in einem runden Blutscheibchen des Menschen von 0,0033''' vorhanden ist. Entweder geht also ein Theil des Materials durch Verflüssigung verloren, oder dasselbe nimmt wegen Verdichtung nachher einen kleinern Raum ein. — Die chemischen Veränderungen, welche das Chyluskörperchen auf seinem Wege erfährt, wären sehr beträchtlich, falls es schon während dieser Zeit in ein Blutkörperchen verwandelt würde. Es bedarf des Natrums, um seinen geronnenen schwer löslichen Inhalt in einen gelös'ten oder im Wasser löslichen zu verwandeln. Aus dem phosphorhaltigen Eiweiß wird in der Peripherie des Körperchens das Globulin gebildet, welches keinen Phosphor enthält. Daraus erklärt sich, wie das im Darmkanal noch phosphorfreie Fett, welches, in die Milchgefäße eingetreten, in die Bildung der Chyluskörperchen eingeht, aus dem Blutkörperchen als phosphorhaltiges ausgezogen wird. Auch das Eisen, obwohl wahrscheinlich nicht zur Bildung des Blutroth's nöthig, vereinigt sich mit den Blutkörperchen, vielleicht wie im Dotter mit dem phosphorhaltigen Fette. — Früher glaubte man, daß der Sauerstoff den Farbestoff des Blutes aus dem Eiweiß bilden helfe, allein, so weit wir jetzt die Eigenschaften des Hämatins kennen, falls dasselbe, wie es von Le Canu dargestellt worden, überhaupt als ein besonderer Stoff anzunehmen ist, kann es aus einer Proteinverbindung und durch Abgabe und nicht durch Aufnahme von Sauer-

[1]) Ebendaselbst. 1841. T. XII. p. 539.

stoff entstehen. Vermuthlich geht aber, wie ich dies schon im Artikel »Blut« wahrscheinlich zu machen gesucht habe, die Bildung des Farbestoffs vom Fette aus, und dann wäre allerdings der Sauerstoff hier mit thätig. Uebrigens ist es noch sehr zweifelhaft, ob das Blutroth sich schon in dem Milchbrustgang aus dem Chylus entwickelt. Freilich kommt es nicht aus dem Darmkanal, findet sich erst jenseits der Gefäßknoten; aber es fragt sich, haben sich die Blutkörperchen, an welche es gebunden ist, schon aus den Chyluskörperchen während ihres Verlaufes durch den Milchsaftgang gebildet, oder sind sie nur vom Blut her in die Drüsen übergetreten? Hewson[1]) nahm an, daß die rothe Hülle des Blutes theils von den Wandungen der Lymphgefäße abgesondert werde oder wenigstens durch deren Einfluß entstehe, theils aber in der Milz gebildet werde, so daß also die Lymphe aus diesen Organen dem Chylus rothe Blutkörperchen zuführe. Den Beweis für diese das Blutroth bildende Kraft der Milz glaubte er darin zu finden, daß nach Unterbindung der Gefäße der Milz sich in den Lymphgefäßen derselben sehr viele vollständige Blutkörperchen, in den Venen dagegen sich gar keine Lymphkörperchen vorfinden. Tiedemann und Gmelin[2]) leiten die rothe Farbe von dem aus dem arteriellen Blute in die Lymphgefäße übergetretenen Farbestoff her, der sowohl in den Gekrösknoten, wie in der Milz an die Chylus- und Lymphkörperchen abgegeben werde. Sie berufen sich behufs der Beweisführung bloß auf die Beobachtung, daß vor dem Eintritt in die Mesenterialknoten der Chylus noch nicht roth ist, es erst nach und nach wird, und am auffallendsten diese Farbe zeigt, nachdem er sich mit der Milzlymphe gemischt hat. Auf welche Weise sie sich den Uebertritt des Blutroths denken, ob in Auflösung, wie Müller[3]) nicht abgeneigt ist zu glauben, erörtern sie nicht. Gegen letztere Annahme streitet Arnold[4]); das Blutroth, sagt er, sei nirgends aufgelös't, auch nicht in der Milzlymphe, es werde überall da durch Wechselwirkung von den Chyluskörperchen an sich gezogen, wo diese mit den Blutkörperchen in mittelbare oder unmittelbare Verbindung treten. Dies werde sowohl durch die relative Zunahme der Blutkörperchen im Chylus, als wie durch die Gleichheit der Kerne der Blutkörperchen mit den Lymphkörperchen bewiesen. Ich zweifle, daß man sich wird eine klare Vorstellung bilden können, wie diese Wechselwirkung stattfinden soll. Bei der unmittelbaren Berührung beider Körperchen können ja auch die Blutscheibchen sich ganz dem Chylus und der Milzlymphe beimischen, und wie ein Uebertritt des Blutroths ohne vorhergehende Auflösung desselben erfolgen soll, will mir nicht einleuchten. Ueberhaupt begreife ich nicht, wie die Blutkörperchen, ohne zersetzt zu werden, ihr Blutroth abgeben können. Wenn wir uns die im Chylus enthaltenen Blutkörperchen als in demselben entstandene denken dürfen, so ist kein Grund vorhanden, weßhalb wir nicht lieber die Meinung Emmert's und Burdach's[5]) adoptiren sollten, daß der in den Lymphknoten und in der Milz aus dem rothen in das farblose Blut eindringende Sauerstoff die Ursache der Röthung der Körperchen sei. Es ist aber keine Nothwendigkeit vorhanden, jene Voraussetzung anzunehmen, vielmehr läßt sich dieselbe als höchst unwahrscheinlich darthun. Hauptsächlich kommt das Blutroth des Chylus aus der Milzlymphe, denn vorher ist seine Röthe und sein Gehalt an Blutkörperchen nach den Erfahrungen aller Beobachter höchst unbeträchtlich, nach den meinigen selbst gar nicht wahrnehmbar. Ich habe schon früher anderswo nachgewiesen, daß außer gewöhnlichen Chyluskügelchen und vollständigen Blutscheibchen diese Flüssigkeit keine andere

---

[1]) Disquis. exp. 99, 104.
[2]) A. a. O. S. 77. [3]) A. a. O. S. 547. [4]) A. a. O. S. 176. [5]) A. a. O. S. 387.

Körperchen, keine halb ausgebildete Blutkörperchen, etwa Scheibchen mit hervorragendem Kern enthält, und entweder die Körperchen der Milzlymphe durch Wasser nicht verändert oder wie Blutkörperchen bis auf ihre faserstoffige Grundlage aufgelös't werden. Eben so wenig ist es mir möglich gewesen, bei Säugethieren (Katzen, Kaninchen) in dem Gehalt des Brustgangs solche Uebergangsstufen zu finden. Man muß sich sehr hüten, die durch den wässerigen Milchsaft zuweilen etwas abgerundeten Blutkörperchen für solche unvollständig entwickelte Blutscheibchen anzusehen. Durch diese negativen Resultate meiner Untersuchungen werden zwei Schwierigkeiten beseitigt, die der andern Ansicht sehr im Wege stehen. Erstens nämlich wäre es doch eine merkwürdige Erscheinung, daß unter den Kügelchen derselben Flüssigkeit einige vorkommen, die sich noch auf der ersten Stufe ihrer Ausbildung befinden, und andere, welche schon den höchsten Grad derselben erlangt haben, obgleich doch alle denselben Einflüssen unterworfen gewesen sind; zweitens wäre es nicht gut begreiflich, wie im Blute eine so große Menge farbloser Kügelchen, die offenbar zum Theil Chyluskügelchen sind, vorkömmt, deren Umwandlung zu Blutkörperchen hier demnach sehr langsam erfolgen müßte, obgleich doch gerade im Blute alle diejenigen Hülfsmittel zu derselben, die man im Chylus für wirksam hält, Sauerstoff, Natron und Blutroth hinreichend einwirken können. Früher freilich, als man glaubte, es bedürfe nur der Hülle um das farblose Kügelchen, damit dies zu einem Blutkörperchen werde, schien die Umwandlung eine Kleinigkeit zu sein; jetzt aber, wo man weiß, daß der Kern, nachdem er sich consolidirt, von der allmälig löslicher werdenden Hüllensubstanz getrennt hat, erst vergehen, sich zertheilen und das Kügelchen platt werden, später in der Mitte sich vertiefen muß, wird man einsehen, daß zu diesem Vorgang mehr als ein paar Minuten erfordert werden. Man wird demnach wahrscheinlich gern unsere Ueberzeugung theilen, daß die Blutkörperchen des Chylus durch Anastomosen in diesen eingetreten sind, und zwar hauptsächlich mittelbar durch die Verbindungen der Lymphgefäße mit den Blutgefäßen in der Milz. Die von Fohmann vermutheten Anastomosen in den Gekrösdrüsen sind bekanntlich von vielen Anatomen bestritten worden, indem sie dieselben aus Zerreißung erklärten. Es wäre indeß ein höchst sonderbares anatomisches Verhältniß zwischen beiden Arten von Gefäßen erforderlich, durch welches es möglich würde, ohne Erzeugung eines Extravasats die Venen von den einführenden Chylusgefäßen aus zu injiciren. Wenn hier förmliche Anastomosen existiren, so sind sie freilich wahrscheinlich so fein, daß das Auge sie nicht ohne Injection entdecken wird. Bei Vögeln, Amphibien und Fischen haben Fohmann, Lauth und Panizza Verbindungen zwischen den Milchgefäßen und Venen im Gekröse nachgewiesen. Bei den Säugethieren kommen diese Verbindungen auch vor und sind bei denjenigen Thieren am regelmäßigsten, bei welchen der Chylus am meisten geröthet ist, nämlich beim Pferde. Gerber[1]) beschreibt die Einmündung dieser Lymphzweige in die Venen sehr genau; er fand an den Verbindungsstellen theils einfache, theils gepaarte halbmondförmige, theils zusammengesetzte Klappen, welche den Eintritt des Blutes in die Lymphgänge verhüten sollen. Daß sie aber diesen ganz verhindern, ist nicht wahrscheinlich; daß sie ihn erschweren, ist gewiß. Es wird wohl davon abhängen, ob das Chylusgefäß leer oder voll ist; in ersterm Fall wird der Eintritt möglich, in letzterm unmöglich sein. — Daß man bei leerem Darm mehr Blutkörperchen im Chylus als sonst findet, erklärt sich somit ganz

[1]) Allgemeine Anatomie des Menschen und der Haussäugethiere. Bern, Chur u. Leipzig 1840. S. 166.

gut; eben so daß dann, wenn die Milzvene unterbunden wird, desto mehr Blutkörperchen in den Lymphgefäßen der Milz angetroffen werden. Nur eine einzige Beobachtung könnte man, wie dies auch von Burdach geschehen ist, gegen die Ansicht, daß die Blutkörperchen von den Blutgefäßen her eingedrungen sind, anführen; ich meine die schon erwähnte von Elsner. Nach der Unterbindung des ductus thoracicus röthete sich nach und nach der Chylus in demselben. Ob vor der Unterbindung der Milchsaftgang sich ganz gefüllt habe, ob die Bauchhöhle bei dem Versuche geöffnet wurde, dies Alles erfahren wir nicht. So viel kann ich versichern, daß es besonderer Umstände bedarf, um diese Erscheinung zu beobachten; mir ist es nie gelungen. Ob nun der Chylus vielleicht beim Stocken sich röthen kann, indem Hämatin (aber keine Blutkörperchen) sich bildet, muß ich aus Mangel an Erfahrung unentschieden lassen. — Gegen die Annahme einer Verbindung zwischen den Chylus- und Blutgefäßen hat man den Einwurf gemacht, daß dann die Thiere nach Unterbindung des Brustgangs nicht verhungern dürften, wie dies oft, namentlich nach den Versuchen von A. Cooper und Dupuytren, aller verzehrten Nahrung unerachtet, der Fall ist. Indessen haben nicht alle Versuche diesen Erfolg gehabt. Flandrin z. B. unterband bei zehn Pferden den Brustgang und fand, daß sie in den folgenden 14 Tagen, die er sie noch leben ließ, nicht im mindesten abmagerten. Da bei diesen Thieren zuweilen der Milchsaftgang doppelt ist, so könnte hierin die Ursache liegen, daß dieselben jene Operation so gut ertragen. Die beiden genannten ausgezeichneten Wundärzte, welche jene Operation versuchten, wollen wenigstens dies bei den am Leben gebliebenen Thieren so gefunden haben; Flandrin versichert jedoch, sich durch die sorgfältigste Section vergewissert zu haben, daß diese anatomische Eigenthümlichkeit bei den operirten Pferden nicht existirte. Selbst auch Hunde, bei denen der Kanal stets einfach ist, vertrugen zuweilen die Unterbindung ohne Nachtheile. So erhielten Leuret und Lassaigne einen Hund noch fünfzig Tage am Leben. Die Section zeigte die gute Unterbindung des einfachen Kanals nach. Da übrigens, wie dies aus der schwachen Röthe des Chylus dieser Thiere, selbst nach langem Hungern, hervorgeht, die Verbindungen zwischen beiden Gefäßarten meist nur höchst gering zu sein scheinen, so kann es uns nicht wundern, daß andere Beobachter den Hungertod nach Unterbindung des Brustgangs bei diesen Thieren folgen sahen. — Für die Anastomosen zwischen den Chylusgefäßen und der Pfortader spricht außerdem auch noch die Erfahrung, daß nach Unterbindung von letzterer jene regelmäßig viel Blut enthalten, so wie endlich, daß man häufig Chylusstreifen in den Venen des Gekröses gefunden hat. Jedoch ist auf letztere Thatsache, die sich auf den bloßen Anschein bezieht, weniger Werth als auf erstere zu legen.

Die wichtigste chemische und in allen Beobachtungen bestätigte Veränderung, welche der Chylus während seines Laufes erfährt, besteht in der Vermehrung seines Gehaltes an Eiweiß und in der Verminderung seines Extractivstoffs und Fettes. Da wir wissen, daß das Fleischextract, das sogenannte Osmazom, die in kochendem Wasser und Alkohol lösliche Materie, größtentheils eine erst durch die Behandlung entstandene Verbindung des Eiweißes mit Milchsäure und kaustischem oder kohlensaurem Natron ist, so kann man nicht daran zweifeln, daß das Eiweiß deßhalb im Chylus des Milchbrustgangs vermehrt ist, weil es sich aus der Verbindung mit dem Natron getrennt hat. Diese Ansicht finden wir schon bei Emmert [1]) ausgesprochen. Derselbe hatte zuerst gefunden, daß die Gallerte und das Eiweiß des Chylus im umgekehrten Verhältniß

[1]) A. a. O. S. 206, 207.

stehe, und schreibt die Umwandlung jener in diese dem Einfluß der Lymphe zu. Prout [1]) läßt es unentschieden, ob das Eiweiß im Chylus entstehe, oder ob das im Darmkanal erzeugte weiter ausgebildet werde. — Die Lymphe enthält wenig Eiweiß, weniger als der Chylus und kann daher nicht den Eiweißgehalt von diesem vermehren. Ob nun auch Eiweiß aus dem Blute in den Chylus übertritt, ist schwer bestimmbar, etwas auf jeden Fall dann, wenn Blutkörperchen im Chylus sich finden; schwerlich läßt sich aber die Behauptung von Tiedemann und Gmelin [2]) vertheidigen, daß das Eiweiß und die speichelstoffartige Materie des Chylus vorzugsweise oder gänzlich aus dem Blut herstamme. — Ueber die Art der Verbindung des Eiweißes, in welcher es von den Milchgefäßen aufgenommen wird, kann man nur erst eine bestimmte Ansicht gewinnen, wenn man von dem Vorgang der Verdauung ausgeht. Schon im Magen wird unter Einwirkung des im Magensaft enthaltenen Extractivstoffs (Pepsins) und der Magensäure (häuptsächlich oder ausschließlich Milchsäure) das Eiweiß umgewandelt zu einem Stoffe, der theils in Wasser und Alkohol, theils bloß in kochendem Wasser löslich ist. Jenen nannte man früher Osmazom, welcher aber nach Berzelius ein Collectivname für eine große Menge von verschiedenen Substanzen ist, diesen Speichelstoff. Da noch keine Elementaranalyse von diesen Stoffen besteht, so wissen wir nicht genau, welcher Art diese Umwandlung ist; es dürfte indeß im höchsten Grade wahrscheinlich sein, daß die Milchsäure, welche sich zum Theil erst aus dem Eiweiß bildet, hierbei wesentlich thätig ist. Das Pepsin dient bloß als ein in Umsetzung begriffener Stoff, die Katalyse zu erregen. Aber nur ein Theil des Eiweißes wird schon im Magen verwandelt; der andere kommt ungelös't mit Milchsäure getränkt, durch dieselbe aufgequollen, mit der Galle in Berührung. Das Alkali dieser Flüssigkeit sättigt die Säure, und die choleische Säure nach Demarçay oder das Bilin (und die Fellinsäure) nach Berzelius wird frei. In den Experimenten findet man letztern Bestandtheil der Galle nicht wieder; er muß also in den Chylus und in das Blut aufgenommen sein, falls er nicht zersetzt wird, was nicht wahrscheinlich ist, da seine Zersetzbarkeit gering ist. Was ist wahrscheinlicher, als daß dasjenige Eiweiß, welches noch nicht aufgelös't ist, sich mit diesem Stoff, so wie mit dem überflüssigen Natron verbindet. So geht also sowohl das Eiweiß in der Verbindung mit Milchsäure (milchsaurem Natron) als in Verbindung mit den wesentlichsten Bestandtheilen der Galle in den Chylus über. Wenn es nun bei dem Durchtritt durch die Mesenterialknoten und in den Milchsaftkanal unter dem Einfluß des vom Blut übertretenden Sauerstoffs und Natrons wieder zu Eiweiß sich umgestaltet, muß die choleische Säure (oder das Bilin und die Fellinsäure) so wie die Milchsäure dafür abgegeben werden. Erstere geht größtentheils in die Zweige der Pfortader über, wird also direct wieder zur Leber geführt, letztere wird, wie Berzelius schon ausspricht, durch den Einfluß der thierischen Substanz in Kohlensäure verwandelt und tritt in das Blut über. Nur in dem anfangenden Chylus könnte daher der für die Verdauung wesentliche Bestandtheil der Galle wieder zu finden sein; in dem Chylus des Brustgangs hat man ihn vergebens gesucht. — Wir sehen also in der Umwandlung des Chylus gerade den umgekehrten Vorgang von dem, welcher bei der Verdauung stattfindet. — Es ist schade, daß Gmelin, der den Milchsaft der Hunde, denen Tiedemann den Gallengang unterbunden hatte, untersuchte, bloß auf das Verhältniß der festen Theile zu dem Wasser seine Untersuchung beschränkt hat und dieselbe nicht auch auf die Art der Ver-

---

[1]) A. a. O. S. 288. [2]) A. a. O. S. 94.

bindungsart des Eiweißes ausgedehnt hat. Wir würden dann über den so eben besprochenen Vorgang besser unterrichtet sein. Er fand nur, daß der Chylus solcher Hunde weniger in Serum aufgelös'te Stoffe als der normale enthält und weniger milchig aussieht (also weniger fetthaltig ist).

Das Fett wird aus dem Nahrungsschlauche aufgenommen, seine Menge nimmt allmälig im Chylus ab, vermehrt sich nie. Je mehr Fett die Nahrungsmittel enthalten, desto mehr findet sich meist auch von demselben im Milchsaft. Doch sollen hier noch Ausnahmen vorkommen. Bei sehr fetthaltiger Nahrung, z. B. bei Fleischnahrung, soll zuweilen der Fettgehalt des Chylus fehlen, wie Prout beobachtete. Ob aber nicht vielleicht in diesen Versuchen der Milchsaftgang zu spät untersucht ward? Ich habe gefunden, daß das Fett aus den Nahrungsmitteln rascher als das Eiweiß in die Milchgefäße aufgenommen wird. Auch die Körner der Cerealien, so wie Erbsen und Bohnen, enthalten Fett, und es ist deßhalb fraglich, ob der aus ihnen gebildete Chylus noch anderes Fett besitzt als dasjenige, welches schon in jenen Nahrungsmitteln enthalten war. Möglich wäre es, daß aus dem Amylum bei der Verdauung auch durch Metastase sich Fett bildete, so daß dadurch zu erklären wäre, wie die vegetabilische Substanz mehr den Absatz des Fettes im Körper befördere als animalische. Letzteres ist jedoch keineswegs allgemein bewiesen. Tiedemann und Gmelin fanden den Chylus bei Hunden, die mit Stärkemehl gefüttert waren, nur sehr schwach getrübt. — Da der Speichelsaft eine andere Umsetzung der Elemente des Stärkemehls, nämlich die Verwandlung in Zucker anregt, welche nachher mit der Bildung der Milchsäure endigen muß, so ist die Umwandlung des Amylums in Fett schwer zu erweisen. — Im Chymus findet sich das Fett nicht fein vertheilt vor; erst bei dem Durchtritt durch die Wand des Darmkanals (wahrscheinlich in Folge der Einwirkung der Galle) wird es so fein vertheilt, wie es im Chylus wiedergefunden wird. — Man nimmt es als erwiesen an, daß das Fett im Chylus des ductus thoracicus nicht so reichlich vorhanden ist als in dem der Milchgefäße. Größtentheils schließt man dies aus der weniger milchigen Beschaffenheit des erstern und aus der geringern Menge von Fettkügelchen bei der mikroskopischen Untersuchung. Dieser Schluß ist aber trügerisch, weil das Fett in derselben Menge vorhanden sein kann, ohne durch diese beiden Merkmale erkannt zu werden. Die Fettkügelchen bilden sich nur, wo das Fett flüssig ist; wird dieses in festes verwandelt, wie dies doch zu einem Theile im Chylus geschieht, so verschwinden sie; trübe und milchig ist eine fetthaltige Flüssigkeit nur, wenn das Fett darin suspendirt ist, sobald dies aber sich verseift, wie es im Chylus der Fall ist, so klärt jene sich auf. Bedenken wir, daß ferner ein Theil des Fettes zu der Bildung der Chyluskörperchen verwandt wird, und daß, wie schon Tiedemann und Gmelin bemerken, die sich dem Chylus beimischende, denselben verdünnende, Lymphe sehr fettarm ist, so wird es uns begreiflich, wo das Fett im Chylus bleibt, ohne daß wir genöthigt sind, die Hypothese Leuret's und Lassaigne's zu Hülfe zu nehmen, nach welcher das Fett durch die Wandung der Milchgefäße hindurchschwitzen soll. — Das zur Verseifung des Fettes verwandte Alkali ist wahrscheinlich zum Theil dasjenige, welches vorher mit dem Eiweiß in Verbindung gewesen war, entweder als kohlensaures (kaustisches) oder als milchsaures, später in kohlensaures umgewandeltes; zum Theil kann es auch aus dem Blut übergetreten sein.

In dem Speisebrei ist noch kein Faserstoff enthalten, wenigstens nicht als von selbst gerinnbare Substanz. Da in jeder Nahrung Faserstoff vorhanden ist, und wir nicht wissen, ob der Magensaft und die Galle bei der Auflösung des Faserstoffs denselben in seiner Zusammensetzung so verändern, daß er einer

Verbindung des reinen Proteins mit der Säure oder mit dem Alkali gleichkommt, so läßt sich auch nicht bestimmen, ob der in den Milchgefäßen sich zeigende Faserstoff derselbe ist, der schon in den Nahrungsmitteln sich vorfand, oder aus Käsestoff oder Eiweiß sich gebildet hat. Daß auch letzteres geschehen könne, unterliegt keinem Zweifel. Während des Durchtritts des Milchsafts durch die Darmwandung muß sich schon der Faserstoff bilden, denn die Flüssigkeit aus den feinsten Milchgefäßen ist gerinnbar, und zwar um so mehr, je nahrhafter die genossene Nahrung war. Und wenn andere Beobachter nicht ein Gleiches fanden, oder die Gerinnung dieser Flüssigkeit unvollständig nennen, so kommt dies daher, daß man in der Regel zu wenig Chylus aus jenen Gefäßen erhält, und die Gerinnung desto vollständiger erscheint, je größer die Menge der gerinnenden Flüssigkeit ist. Es soll aber hiermit nicht in Abrede gestellt werden, daß nicht auch in den Mesenterialknoten, vielleicht selbst auch in dem Milchsaftkanal, noch Faserstoff aus einer andern Proteinverbindung (gewöhnlich läßt man den Sauerstoff auf das Eiweiß diese Wirkung äußern) entstehe, und so der Gehalt an diesem Stoff im Chylus sich vermehre. Daß aus dem Fett diese Umwandlung erfolge, wie Schultz annimmt, dafür läßt sich kein hinreichender Beweis finden (siehe die Entstehung des Faserstoffs im Blute). Durch die Lymphe mischt sich ebenfalls Faserstoff dem Chylus bei, jedoch trägt diese Beimischung nicht zur Vermehrung des relativen Gehalts an jenen Stoffen bei, da im Durchschnitt die Lymphe ärmer an Faserstoff ist als der Chylus. Tiedemann und Gmelin nehmen an, daß der Faserstoff hauptsächlich aus dem Blut in die Lymphe übertrete, weil sie bei nüchternen Pferden mehr Faserstoff im Chylus fanden als bei den mit Hafer gefütterten. Da in dem Maße, wie das Fett und die Chyluskörperchen, die beiden eigenthümlichsten Bestandtheile des Chylus, mangeln, zugleich mit den Blutkörperchen auch der Faserstoff vorwaltet, so ist jene Behauptung nicht zu bezweifeln, wenn sie nur nicht auf allen Faserstoff des Chylus ausgedehnt wird, denn bei vollen Milchgefäßen ist der Uebertritt des Blutes durch Anastomosen wenig wahrscheinlich und noch weniger der Uebertritt der farblosen Blutflüssigkeit, wie er doch stattfinden müßte, da die Blutkörperchen in dem Chylus zuweilen gänzlich fehlen.

Endlich das Wasser des Chylus anlangend, so muß die relative Menge in demselben sowohl durch die Beimischung von Blut als durch Abgabe des Wassers an die Blutgefäße in den Mesenterialknoten und in den übrigen Milchkanälen abnehmen, durch den Zutritt der Lymphe, die meist wässeriger als der Chylus ist, wieder zunehmen. Nur den sehr wässerigen Chylus, wie ein solcher beim Fasten und bei Aufnahme von Getränk gebildet wird, kann die Lymphe nicht verdünnen.

Ueberblicken wir nun alle Arten, auf welche der Chylus auf seinem Wege zur Schlüsselbeinvene verändert wird, so sehen wir, daß in den Mesenterialknoten und zum Theil noch in den Gefäßen, sowohl durch Aufnahme als Abgabe und Umwandlung der vorhandenen Bestandtheile, seine Zusammensetzung eine Veränderung erfährt. Die Aufnahme geschieht theils durch die Durchschwitzung von Serum des arteriellen Blutes, theils durch Eintritt von ganzem Blute, und zwar in dem Maße stärker, wie die Chylusgefäße weniger gefüllt sind, theils durch Beimischung der Lymphe. Die Abgabe, vermittelst Durchschwitzung, betrifft besonders das Wasser, die Kohlensäure, die milchsauren Salze (als solche, oder als kohlensaure) und die mit dem Eiweiß verbunden gewesenen Bestandtheile der Galle; und außerdem tritt ein Theil des vollständigen Chylus in die Blutgefäße über. Die Umwandlung ist Wirkung

der aufgenommenen Stoffe (Sauerstoff, Natron), der Wärme und des lebendigen Einflusses der Chyluswände, so wie natürliche Eigenschaft eines aus belebtem Stoff gebildeten Kügelchens (sogenannte metabolische Kraft der Zelle) und äußert sich in der Umbildung des Extractivstoffs, Vermehrung des Eiweißes, des Faserstoffs, Verseifung des Fetts, sowohl als in der Bildung und Veränderung der Chyluskörperchen *).

H. Nasse.

*) In der so eben erst erhaltenen höchst schätzenswerthen allgemeinen Anatomie von Henle (Leipzig bei Leopold Voß) werde ich S. 421 und 471 eines zweifachen Irrthums in Betreff der Beschreibung der Chyluskörperchen geziehen; ich muß jedoch diese Beschuldigung für eine Uebereilung des Verfassers erklären. Erstens habe ich keineswegs die Farbestoffpartikelchen des aus den Mesenterialknoten der Ochsen ausfließenden Milchsafts mit den Fettpartikelchen oder Elementarkörnchen des Chylus verwechselt. Ich gebe ausdrücklich an, daß sie sich chemisch von denselben unterscheiden (Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. Bd. II. S. 8), indem sie nicht durch Aether verschwinden. Die feinen punktförmigen Fetttheilchen des Chylus habe ich S. 15 beschrieben. Ich gebe ferner an, daß die Farbestoffpartikelchen dieselben sind, wie man sie in den schwarzen Bronchialdrüsen der Menschen findet. Daß sie ein wesentlicher Bestandtheil des Chylus sind, behaupte ich nirgends. Auch erwähne ich ausdrücklich, daß sie nicht in den Mesenterialknoten der Fleischfresser vorkommen, bei denen die Fettpartikelchen am häufigsten sind. — Zweitens soll ich behaupten, daß die Chyluskörperchen durch Essigsäure einschrumpfen, und nicht wissen, daß durch diesen Zusatz die peripherische Substanz, welche Henle Schale nennt, aufgelös't werde. Ich rede aber immer nur von der Verkleinerung und Auflösung durch Essigsäure, nirgends von Einschrumpfung. S. 29 steht unter Anderm: In den Chyluskörperchen lös't die Peripherie nach Zusatz von Essigsäure schneller sich vollkommen auf, der Kern dagegen schwerer als bei Lymphkörperchen ꝛc.

Elektricität der Thiere.

In diesen Abschnitt der Physiologie der Thiere gehören zwei verschiedene Reihen von Erscheinungen. 1) Wie die Natur vielen Geschöpfen mechanische oder chemische Mittel verleiht, um sich entweder zu vertheidigen oder ihre Beute zu erhaschen und in einen zur Verspeisung geeigneten Zustand zu versetzen, so gewährt sie einzelnen thierischen Wesen die Fähigkeit, starke elektrische Entladungen unter gewissen Umständen zu erzeugen und den Feind auf diese Art zu betäuben oder zu erlegen. Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen gehören alle Thiere, welche solche Fähigkeiten besitzen und zu diesem Zwecke mit eigenen peripherischen Werkzeugen, den sogenannten elektrischen Organen, ausgerüstet sind, zu der Klasse der Fische und zwar entweder zu den Plagiostomen oder den Weichflossern (und vielleicht den Stachelflossern oder den Haftkiefern unter den Grätenfischen). Man nennt sie Zitterfische oder elektrische Fische. 2) Die chemische Eigenthümlichkeit der organischen Körper überhaupt und der thierischen und menschlichen insbesondere, die Heterogenität der Bestandtheile der Organe und Gewebe, läßt theoretisch voraussetzen, daß sie im Stande seien, unter gewissen Verhältnissen elektrische Spannungen und Strömungen hervorzurufen. Es stellt sich hierdurch zunächst die Aufgabe, die Contactelectricität der Thiere und des Menschen zu studiren und zu untersuchen, ob die während des Lebens regen Thätigkeiten darauf einfließen, oder ob nur die physikalisch-chemischen, auch nach dem Tode vor eintretender Fäulniß sich erhaltenden Eigenschaften der thierischen Theile das Bestimmungsglied ausmachen. In Betreff der nur während des Lebens und kurz nach dem Tode zum Vorschein kommenden Energieen stellt sich noch eine Nebenfrage, ob nämlich durch einzelne Lebensthätigkeiten, vorzüglich durch die Strömungen des Nervenfluidums, elektrische Ströme erregt werden können. Man bezeichnet dieses ganze, aus heterogenen Theilen zusammengesetzte Gebiet mit dem nicht ganz richtigen Namen der animalischen Elektricität im engeren Sinne.

I. Elektricität der Zitterfische. Die über dieselbe anzustellende Untersuchung zerfällt in einen anatomischen und einen physikalisch-physiologischen Theil. Der erstere schildert die electrischen Organe nebst den übrigen Apparaten, welche auf die Thätigkeit derselben einen wesentlichen Einfluß haben, vorzüglich die Nerven derselben und die den letzteren entsprechenden Centraltheile des Nervensystems. Der physikalisch-physiologische Theil untersucht die äußeren und die inneren Bedingungen, unter welchen die elektrischen Schläge zu Stande kommen und die Eigenschaften, welche die entwickelte Elektricität darbietet. Erst wenn beide Abtheilungen der genannten Forschungsreihen vorliegen, kann der Versuch gemacht werden, durch eine Theorie zu erklären, auf welchem Wege die Natur ihre elektrischen Ap-

parate in elektrischen Organen zu Stande bringt und auf welche Art es möglich wird, daß die Entladungen nach Regulation des Nervensystemes des Zitterfisches zu Stande kommen und so erst dem Thiere von Nutzen werden.

Die bis jetzt genauer bekannten Zitterfische sind 1) aus der Familie der Rochen, der Ordnung der Plagiostomen, unter den Knorpelfischen, die Zitterrochen der Europa umspülenden Meere, Torpedo (T. narke s. marmorata u. T. galvanii), und die der Küsten Brasiliens, Narcine (N. brasiliensis), 2) aus der Familie der Aale unter den Kahlbäuchen, aus der Ordnung der Weichflosser, der Zitteraal (Gymnotus electricus), oder aus der Familie der Welse unter den Bauchflossern, aus der Ordnung der Weichflosser, der Zitterwels, Malapterurus (Silurus) electricus. Die Zitterrochen finden sich in dem ganzen Bassin des Mittelmeeres, in dem atlantischen Ocean und bisweilen (wahrscheinlich durch Verirrung) in der Nordsee, die Zitteraale in Flüssen und Landseen des südlichen Amerika's, vorzüglich von Guyana, die Zitterwelse im Nil, dem Niger und andern Flüssen Afrika's. Alle diese Thiere, vorzüglich die Zitterrochen und die Zitteraale, sind in denjenigen Gegenden, welche ihre Heimath ausmachen, in reichlicher Menge vorhanden. Nach älteren Nachrichten werden noch mehre andere Fische, wie von Rochen Rhinobatus electricus, von Haftkiefern Tetrodon electricus und von den Bandfischen aus den Stachelflossern Trichiurus electricus aufgeführt. Allein diese Angaben sind noch als sehr problematisch anzusehen. Wir werden sehen, daß wenigstens der eine der genannten drei Fische, den anatomischen Ergebnissen nach, den elektrischen Fischen nicht beizuzählen sein dürfte.

A. Zitterrochen. Bei den Zitterrochen der alten, wie der neuen Welt findet sich auf jeder Seite nur ein einfaches elektrisches Organ. Es liegt in der vorderen Körperhälfte des Thieres nach innen von der großen Seitenflosse, und nach außen von den knorpeligen Hüllen des Gehirns und des Rückenmarks nebst der dazu gehörenden Muskulatur, nach außen von den auf der oberen Fläche des Thiers befindlichen Augen und Sprützlöchern, so wie den an der Unterfläche liegenden Oeffnungen der Kiemen und des Mundes, ist, der Totalform des Thiers entsprechend, plattgedrückt, stößt oben und unten mittelbar an die äußere Haut, außen an den langen Randknorpel, innen vorzüglich an die Schädel- und Rumpfmuskeln, zeigt an denjenigen Flächen, welche der Haut anliegen, polygonale bis polygonal-rundliche, dem Pflanzenzellgewebe ähnliche Figuren, sonst dagegen parallele Bandstreifen, von denen jedes eine Menge von Scheidewänden so aufgeschichtet enthält, wie wir die Metallplatten zur Aufbauung einer galvanischen Säule zusammenlegen, ist im frischen Zustande von weißgelblicher und in Weingeist von mehr gelblicher Färbung, hat mit der Muskelsubstanz nur die äußere Farbenähnlichkeit, zeigt aber sonst seinem Baue und seinen Eigenschaften nach nicht die geringste Verwandtschaft mit demselben und wird daher reichlich mit Nerven, deren geringerer Theil von dem N. trigeminus, deren größere Menge von dem (motorischen Theile des) N. vagus kommt, versorgt.

a) Europäischer Zitterrochen. Torpedo narke (mit Augenflecken am Körper) und T. galvanii (mit gezackten Rändern der Sprützlöcher).



Da hier der Kopf quer abgestutzt ist und die Augen und die Sprützlöcher verhältnißmäßig weit nach vorn liegen, so reicht auch das elektrische Organ (Fig. 1. *a*.) bis dicht an den Vorderrand des Kopfes. Es ist von oben nach unten abgeplattet und zusammengedrückt, hat im Ganzen eine länglich-runde Gestalt, erscheint vorn breiter als hinten, hat vorn einen schwach convexen Rand, der nach außen etwas tiefer steht als nach innen, einen äußeren, dem Knorpel der Seitenflosse *c* anliegenden und einen inneren Rand, während es, von der Rückenseite betrachtet, nach hinten mehr spitz zuzulaufen scheint. Seine obere Fläche stößt mittelst einer faserigen Haut an die Haut des Rückens, seine untere an die des Bauches. Seine äußere Fläche ruht an dem Knorpel der Seitenflosse, seine innere, an der Muskulatur des Kopfes und des vorderen Theils des Rumpfes. Schon seinem äußeren Ansehen nach, bietet das elektrische Organ nach den genannten Flächen Verschiedenheiten dar. Die obere sowohl, als die untere Fläche zeigt pflanzenzellgewebeartige polygonale bis polygonal-rundliche Abtheilungen (Fig. 1 *a*. Fig. 2.). Die äußere sowohl als die innere, so wie die senkrecht bis schiefstehende hintere Fläche bietet longitudinale Scheidewände, in welchen die kleinen Septa, bei Weingeistexemplaren meist etwas wellenförmig gebogen, über einander geschichtet liegen (Fig. 3.), dar. Man kann sich nämlich den Bau des Organs am besten auf folgende Weise anschaulich machen. Es besteht aus einer Menge von drei- bis sechseckigen bis rundlichen, von oben nach unten senkrecht gestellten Gebilden, von denen jedes einer aufgebauten galvanischen Säule gleicht und die wir daher auch kurz mit dem Namen der Säulen bezeichnen wollen. Die Randbegränzung jeder Säule bildet eine etwas dichtere sehnigte Membran, die wir mit dem Namen der aponeurotischen Scheidewand belegen, welche scheinbar dieselben Dienste, wie die seitlichen Glasstäbe einer aufgebauten galvanischen Säule leistet, und, wie wir bei der Theorie der Wirkung der Zitterfische sehen werden, vielleicht als Isolator wirkt. Innerhalb jeder dieser Säulen sind eine große Menge von Blättchen, welche wir als Septa bezeichnen wollen, quer aufgeschichtet. Bei der Ansicht von der oberen oder der unteren Seitenfläche, erscheinen diese Säulen von oben oder von unten betrachtet. Man sieht daher ihre polygonalen bis polygonal-rundlichen, durch die Scheidewände begränzten Flächen nebst der ganzen oberen Fläche des obersten oder der ganzen unteren Fläche des untersten Septums. An den Seitenflächen dagegen betrachtet man die Säulen von der Seite und erkennt daher die Randbegränzungen der aponeurotischen Scheidewand als zwei helle senkrechte Linien, innerhalb welcher die

Septa sich quer bis quer wellig gebogen darstellen. Gegen diese Anschauungsweise des Baues des elektrischen Organs, ließe sich auf den ersten Blick noch einwenden, daß man oft an den Septis der oberen oder der unteren Fläche ebenfalls Streifen sieht, wie dieses in Figur 2 auch angedeutet worden. Allein diese Streifen rühren entweder davon her, daß das oberste Septum erschlafft ist und sich faltet, oder daß tiefere Septa verschoben sind, und durch ihr Hindurchscheinen jene Streifenansicht hervorrufen.

John Hunter zählte in dem elektrischen Organe eines Zitterrochens von gewöhnlicher Größe 470 und in denen eines $4\frac{1}{2}$ Fuß langen Exemplars 1182 solcher Säulen. Bei dem männlichen Torpedo galvanii von 10″ 5‴ Länge und 5″ 6‴ größter Breite, nach dem Figur 3 gezeichnet ist, zählte ich, indem ich mir jedes Feld mit einem Punkt Dinte bezeichnete, 410 Säulen. Die mittlere Höhe der Säule betrug 2‴, die nach hinten von dem vorderen Rande des Organs entfernte 4‴, in der Mitte der Länge desselben 7‴, und 2‴ nach vorn von dem hinteren Ende entfernt 4,5‴. Dieses würde dann eine mittlere Höhe von 5,2‴ geben. Nun fand sich nach mikrometrischen Messungen, welche auf feinen senkrechten Longitudinalschnitten angestellt wurden, daß ungefähr 59 Septa auf eine Linie kommen. Nach der obigen Mittelhöhe enthielte dann ein elektrisches Organ des obigen Torpedo galvanii ungefähr 125788 und der ganze elektrische Apparat des Thieres 251576 Septa. Diese Schätzungszahl dürfte übrigens eher zu klein als zu groß ausgefallen sein. Bei einem Embryo von Torpedo galvanii von 3″ 1,5‴ größter Länge und 1″ 8‴ größter Breite zählte ich ungefähr 298 Säulchen. Die mittlere Höhe der letzteren betrug ungefähr 1‴, auf eine Linie Höhe ergaben sich im Mittel ungefähr 166 Septa oder Platten. Die Gesammtzahl der letzteren betrug daher ungefähr 49468. Hieraus ergiebt sich aber, daß sich mit fernerem Wachsthum die Zahl der Plattenpaare vermehrt, daß die Säulen höher werden und auch an Zahl zunehmen. Ob aber die von Hunter aufgestellte Vermuthung, daß jedes Jahr eine neue Säulenreihe in der Peripherie abgelagert werde, richtig sei, steht dahin. Allerdings bemerkt man bisweilen Säulchen von kleinerem Umfange gegen den Rand und nach hinten hin.

Die Scheidewände sind hier feiner gebaut, als wir sie bei dem Zitteraale antreffen werden, und bestehen in ihrer Grundmasse aus eigenthümlichen sehnigten bis sehnigt-elastischen Faserbündeln. Die Septa enthalten eine mittlere Grundmembran und zwei auf beiden Seiten der letzteren aufliegende Epithelialschichten. Die Grundmembran bildet ihrer Hauptmasse nach eine sehr verdünnte Fortsetzung der Scheidewand und erscheint an und für sich durchsichtiger und bei geeigneten Präparaten feinfaserig. Die auf ihren beiden freien Oberflächen befindlichen Epithellallagen bilden einen Körnerüberzug und stellen vielleicht im ganz frischen Zustande Epithelialzellen mit Kernen (und an den Zellenwandungen abgelagerten Körnchen) dar. Dieser Ueberzug bekleidet auch diejenigen Oberflächentheile der Scheidewände, welche gegen die Zellenräume der Säule gekehrt sind. Hiernach würden wir dann den in Fig. 4 gezeichneten Typus der Säulen des elektrischen Organs haben. *a* bezeichnet die Grundmembran eines Septum. *b* die den Innenraum der Zelle auskleidende Epitheliumlage. *c* eine aponeurotische Scheidewand. Man sieht auch leicht ein, weßhalb sich in jedem Septum in der Mitte eine Grundmembran, und zu beiden Seiten Epitheliumschichten vorfinden müssen. In den Zwischen-

Fig. 4.

a
b
c

räumen zwischen den Septis existirt eine Flüssigkeit. Wir können uns daher auch jede Säule so denken, als sei sie aus einer Menge von parallelopipedischen Kästchen aufgebaut. Die letzteren haben doppelte Wandungen, eine innere, die Epitheliallage, und eine äußere, die Grundmembranen der Septa und die aponeurotischen Scheidewände. Die horizontalen Theile der Wände (Grundmembranen der Septa) sind gewissermaßen von einander geschieden, die senkrechten dagegen in benachbarten Säulen zu der einen aponeurotischen Scheidewand verbunden.

Hat man nun ein einzelnes Septum der Fläche nach ausgebreitet, so erkennt man unter dem Mikroskope in ihm sehr gut, selbst in Weingeistexemplaren, die Ausbreitung der feinsten Blutgefäße und Nerven. Beide verlaufen in verschiedenen Höhen. Irre ich nicht, so liegen die Endgeflechte der Nerven mehr nach der oberen oder Rücken-, die feinsten Blutgefäßnetze nach der unteren oder Bauchseite jedes Septums hin. Doch kann ich diese Vermuthung in ihrer Allgemeinheit nur als sehr problematisch hinstellen. Die Endplexus der Nerven gleichen im hohen Grade denjenigen Endgeflechten, welche wir in den mit quergestreiften Muskelfasern versehenen Gebilden der Wirbelthiere und des Menschen wahrnehmen. Daß die elektrischen Organe sehr viele Blutgefäße und Nerven erhalten, hat schon Hunter mit Recht angemerkt.

Die oben dargestellten Resultate kann man mit einiger Geduld durch die mit Hülfe des Mikroskopes vorgenommenen Untersuchungen von Weingeistexemplaren erlangen. Künstliche Erhärtung, wie sie häufig, besonders von italienischen Forschern, vorzüglich Frioli, angewendet wurden, vermögen nur im Allgemeinen dasjenige, was man auf den ersten Blick sieht, daß nämlich in jeder Säule die Septa gleich den Plattenpaaren einer galvanischen Säule aufgeschichtet sind, zu bekräftigen. Weiter führen solche Methoden nicht.

Die chemische Analyse ergab Matteucci im Mittel 90,34 % Wasser und 9,66 % feste Bestandtheile. Diese enthielten 47,6 % in kaltem Alkohol, 13,5 in Wasser lösliche und 38,9 in Alkohol unlösliche Stoffe.

Vier größere Nervenstämme treten jederseits in der Richtung von innen nach außen in das elektrische Organ (Fig. 1 *d e f g*) und bestimmen gewissermaßen die Gränze zwischen der oberen und der unteren Hälfte der inneren Fläche des elektrischen Organs, der vorderste Nervenstamm gehört dem N. trigeminus an. Hat man die Theile von der Rückenseite präparirt, so sieht man, daß der dreigetheilte Nerv einen sich bald vielfach spaltenden Hauptstamm (ungefähr dem R. ophthalmicus entsprechend) gerade nach vorn gegen die Sprützlöcher, das Auge, den Schädel mit seinen Weichgebilden, und die Haut der Mitte des Vorderrandes des Thieres hin absendet; dann folgt nach außen ein zweiter starker Ast (ungefähr R. maxillaris superior), der, sich theilend, den äußeren, viel größeren Theil des Vorderrandes des Thieres versorgt, dann den vorderen und den äußeren Rand des elektrischen Organs umkränzt, keine Zweige von Bedeutung in dasselbe schickt und sich in der Haut, bis noch weit hinter den elektrischen Organen vertheilt. Endlich kommt noch ein dritter, sehr starker Hauptstamm, dessen größte Masse den elektrischen Ast des dreigetheilten Nerven bildet (Fig. 1 *d*). Er geht zuerst nach hinten und außen, ertheilt einen Ast, der in den vor ihm liegenden hervorstehenden muskulösen Winkeltheil eindringt, und dann in der Tiefe nach vorn und gegen die Unterlippe verläuft (R. maxillaris inferior), biegt dann mit seinem bei weitem dicksten Theile (R. electricus N. trigemini) hin-

ter dem genannten Winkeltheile nach vorn um und verbreitet sich in gabeligen Verzweigungen in der inneren Parthie des vordersten Theiles des elektrischen Organs. Die meisten, wo nicht alle Bündel dieses dritten Astes entspringen hinter den Lobis opticis, hinter und zum Theil unter dem Cerebellum und vor und unter den Lobis ventriculi quarti aus dem vordersten und seitlichen Theile der Medulla oblongata, tiefer, als die übrigen Fascikel des dreigetheilten Nerven, beurkunden sich so als Portio minor s. motoria und gehen dünnere Anastomosen mit den beiden anderen Aesten ein. Die drei anderen elektrischen Hauptnervenstämme gehören zu dem System des N. vagus. Der vorderste von ihnen ist der stärkste, noch bedeutend stärker als der R. electricus N. trigemini, und versorgt die äußere Parthie des Vordertheils und eine geringe Portion des Mitteltheils des elektrischen Organs. Der mittlere R. electricus N. vagi ist schwächer und versieht die mittlere und den Anfang der hintern Portion des elektrischen Apparats. Der hinterste ist der schwächste, und vertheilt sich in die hinterste Abtheilung des elektrische Schläge erregenden Werkzeuges. Zu dieser geht dann noch ein hinterster feiner Faden des N. vagus. Ordnen wir diese vier Hauptstämme ihrer Dicke nach in aufsteigender Linie, so haben wir R. electricus postremus N. vagi, R. e. N. trigemini, R. e. medius N. vagi und R. e. anterior N. vagi. Bei dem oben erwähnten Torpedo galvanii, wo die größte Länge des elektrischen Organs 3″ 4‴, die größte Breite desselben 1″ 5‴ betrug, hatte der R. e. postremus N. vagi eine Dicke von 0,8‴; der R. e. N. trigemini eine solche von 0,9‴; der R. e. medius N. vagi eine solche von 1,2‴, und der R. e. anterior eine solche von 1,4‴. Verfolgt man diese Stämme rückwärts, so sieht man, daß sie zwischen den Kiemen mit ihren Gerüsten hindurchtreten, gegen das centrale Nervensystem convergiren und hier seitlich an dem verlängerten Marke mehr gegen die Bauchfläche hin entspringen. Hierbei findet eine Alternation mit den Kiemen Statt. Es gehen nämlich immer dünnere Zweige zu den Kiemen und deren härteren und weicheren Gerüstgebilden. Die Kiemenzweige haben, wie Bendz bemerkte und ich ebenfalls bestätigen kann, ganglióse Anschwellungen mit peripherischen Nervenkörpern, während sich in den weit stärkeren Bündeln der elektrischen Nerven nichts der Art vorfindet. Entweder kann man daher, wie Bendz annimmt, die elektrischen Nerven als ganz eigenthümliche betrachten, oder vielleicht richtiger folgendermaßen deuten. Wir haben gesehen, daß der R. electricus N. trigemini zur motorischen Portio minor des dreigetheilten Nerven gehörte. Da wo die N. N. vagus und accessorius vollständig ausgebildet und geschieden sind, kann man bekanntlich den ersteren als den sensiblen, den letzteren als den motorischen Antheil eines zweiwurzeligen Hirnnerven ansehen. Wo keine solche Scheidung stattfindet, tritt auch in dem N. vagus eine größere Beimischung von motorischen Fasern ein. Schon bei den Reptilien, wo sich der N. accessorius auf ein kürzeres Wurzelfädchen und bisweilen auf ein Rudiment eines R. externus reducirt, müssen in dem N. vagus eine große Menge motorischer Fasern, die sonst dem N. accessorius zukommen, enthalten sein. Bei dem Zitterrochen erreichte nun die Quantität der motorischen Fasern das Maximum ihres Uebergewichts. Sie erschienen als die starken elektrischen Aeste, während die sensiblen vorzüglich zu den Kiemen, den Eingeweiden und der Haut gingen. Aus den Kiemenzweigen dringen noch einzelne Reiser gegen das elektrische Organ hin.

Fig. 7.

a b c d e f g

Das Gehirn des Zitterrochen zeichnet sich dadurch aus, daß die Lobi ventriculi quarti bedeutend groß sind, sich in ihren starken Nervenkörpern sehr intensiv ausbilden und zu dem vorzüglichen Centralorgane des elektrischen Apparats werden. Man belegt sie daher auch mit dem Namen, der elektrischen Lappen, Lobi electrici. Fig. 7 stellt den senkrechten Longitudinaldurchschnitt eines Gehirns von Torpedo galvanii, mit dem des von T. narke übereinstimmt, dar. *a* bezeichnet den Hemisphärenlappen der rechten Seite (Lobus hemisphaericus dexter), *b* den zum Theil verdeckten Sehlappen (Lobus opticus), *c* das kleine Gehirn (Cerebellum), *d* den Lappen des vierten Ventrikels oder den elektrischen Lappen (Lobus ventriculi quarti s. electricus), *e* das verlängerte Mark (Medulla oblongata), *f* das Rückenmark (Medulla spinalis) und g untere Lappen und Hirnanhang (Lobi inferiores et hypophysis). Der mikroskopische Bau des elektrischen Lappens bietet eine besondere Eigenthümlichkeit dar. Schon dem freien Auge nämlich zeigt sich dieses Gebilde von einer auffallend gelben Farbe. Man hat es daher auch mit dem Namen der gelben Lappen (Lobi citrini) belegt. Untersucht man einen feinen Schnitt derselben unter dem Mikroskope, so sieht man sehr große, sogar schon deutlich mit freiem Auge wahrzunehmende Nervenkörper oder Belegungskugeln, welche deutliche keimbläschenartige Kerne mit nucleolis zeigen, wie die in Fig. 8 gezeichnet sind. Um und zwischen den Nervenkörpern befinden sich faserige Scheidenformationen, ähnlich, wie sie sonst bei den peripherischen Nervenkörpern oder den Ganglienkugeln vorkommen. Man könnte nun zunächst glauben, daß diese colossalen Nervenkörper es seien, welche die elektrischen Effecte ursprünglich bedingen. Allein aus den Verhältnissen des elektrischen Lappens des Zitteraales, werden wir ersehen, daß solche große Nervenkörper keine nothwendigen Bedingungen eines elektrischen Lappens sind. Dort soll auch erörtert werden, aus welchen Gründen sie in den Lobis electricis von Torpedo existiren.

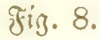
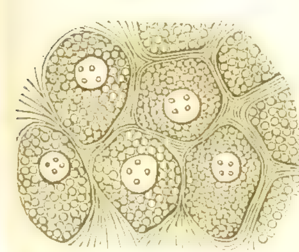


Fig. 8.



Die elektrische Kraft des Zitterrochens mußte bei der Häufigkeit des Vorkommens dieser Thiere im Mittelmeere schon den Alten bekannt werden. In der That finden wir auch schon bei Aristoteles Nachrichten darüber. Allein die Ursache der Wirkungsweise dieser Thiere blieb Jahrtausende lang unbekannt. Man lieferte nur hypothetische Erklärungsweisen, von denen diejenigen, welche mechanische Verhältnisse für den Grund des elektrischen Schlages aufsuchten, die Hauptrolle spielten. Muschenbroek schrieb zuerst die Ursache des Phänomens der Elektricität zu, und Walsh, der sich mit besonderer Vorliebe dem Studium der Zitterfische ergab, und der auch John Hunter die Anregung verschaffte, seine anatomischen Beobachtungen über den Zitterrochen und den Zitteraal anzustellen, bekräftigt dasselbe. Die seit jener Zeit von ihm, Pringle, Magellan, Ingenhouß, Fahlberg, Spallanzani, Alex. von Humboldt, Bonpland, Gay-Lussac, Todd, Humphrey Davy, John Davy, Colladon, Linari, Matteucci, Faraday, Schönlein und Watkins, unternommenen zahlreichen Versuche haben es hinreichend nachgewiesen, daß man

es bei den Zitterfischen mit der gewöhnlichen physikalischen Elektricität zu thun habe, wenn auch mehre Umstände der Elektricitätserregung und Elektricitätsleitung dieser Thiere noch nicht vollkommen nach den bekannten Gesetzen der physikalischen Elektricität erörtert werden können.

Die Schläge des Zitterrochens theilen die meisten Eigenschaften der gewöhnlichen elektrischen Entladungen. 1) Sie erregen, wie man sich leicht überzeugen kann, ähnliche Empfindungen, wie die gewöhnlichen elektrischen Schläge. 2) Durch künstliche Apparate kann man auch dahin gelangen, daß im Momente des Schlages des Zitterrochens ein elektrischer Funken sichtbar wird. Während dieses älteren Forschern, von Walsh bis John Davy nicht glücken wollte, haben in neuester Zeit Linari und Matteucci Mittel, das Experiment mit Erfolg auszuführen, angegeben. Man nahm einen (577 Meter) langen Kupferdraht, und bildete aus ihm drei wurstförmige Schneckengänge und drei ebene Spiralen. In dem Innern des einen Schneckenganges befand sich ein Cylinder von weichem Eisen von 0,635 M. Länge und 0,31 M. Durchmesser. Die mit einander in Verbindung stehenden Drahtwindungen endigten in zwei mit isolirenden Handgriffen versehenen Silberschienen. Der den letzten Schneckengang mit der einen Silberschiene verbindende Theil des Drahtes war unterbrochen. Die hier amalgamirten Drähte tauchten in Quecksilber. Wurde nun die eine Silberschiene an den Rücken, die andere an den Bauch des auf einer Glasscheibe isolirten Fisches applicirt und das Thier durch Entladung der Kiemen gereizt, während man das eine Drahtende aus dem Quecksilber hob und wieder in dasselbe eintauchte, so erschien ein Funke. Dieser zeigte sich auch, wenn beide Drahtenden gegen einander gerieben wurden. Da dieser Apparat jedoch nur einen Deductionsfunken gab, so wählten die genannten Physiker später eine einfachere Vorrichtung. In eine Uförmig gebogene Glasröhre, deren Krümmung mit Quecksilber gefüllt war, ragten zwei Eisendrähte so tief hinein, daß ihre Enden weniger als 1''' von den beiden Quecksilberoberflächen entfernt waren, und andererseits mit den leitenden, an ihren freien Enden mit Platin überzogenen, möglich kurzen Drähten in Verbindung gebracht werden konnten. Auch hier strahlten dann zwischen Eisen und Quecksilber sehr helle Funken aus. Auf noch einfacherem Wege erhielt sie Matteucci, wenn er zwei Goldblättchen in einer Distanz von ½ Mm. an eine metallische Leitung mit Gummi anklebte und diese an das Thier applicirte. 3) Während frühere Beobachter, wie Walsh, Volta, Alex. von Humboldt und Gay-Lussac, keine Wirkung auf das Elektrometer wahrnehmen konnten, fanden Linari und Matteucci an einem sehr feinen Elektroskope Deviation der Goldblätter. Schon hier zeigte sich, worauf wir in der Folge ausführlicher zurückkommen werden, der Rücken in Verhältniß zu dem Bauche positiv. 4) Wie durch Elektricität, so erfolgt schon nach den Beobachtungen von Galvani durch den Schlag des Zitterrochens Contraction in dem präparirten Froschschenkel. Nach Matteucci müssen jedoch hierbei Muskel und Nerve, oder Haut und Nerve mit dem Zitterfische in Berührung sein. Bringt man nun den aus dem isolirten Unterschenkel hervorragenden Hüftnerven in Contact, so erfolgt keine Wirkung, während der nicht isolirte auch in diesem Falle zuckt. Es bliebe noch zu untersuchen, ob nicht etwa Zuckungen entstehen, wenn man gleichzeitig im Momente des Schlages den Nerven von dem Thiere entfernt, gleichwie man bei dem Auflegen des bloßen Nerven auf eine Zinkplatte keine, bei dem Hinwegziehen dagegen eine Oeffnungszuckung erhält. 5) Körper, welche die physikalische Elektricität leiten,

sind auch Leiter, Isolatoren der ersteren, auch Isolatoren der Schläge des Zitterrochens. So werden beide Arten von Strömungen durch Wasser und Metalle geleitet, durch Glas, Harz, Seide isolirt. Allein eigenthümlich erscheint es auf den ersten Blick, daß die durch den Schlag des Zitterrochens frei werdende Elektricität sich nicht im Wasser vertheilt, sondern ihre bestimmte intendirte Richtung beibehält. Wäre dieses nicht der Fall, so würden natürlich im Meere die noch so starken Schläge des Zitterrochens auf Null reducirt. Der elektrische Apparat wäre für das Thier keine Waffe mehr und ohne allen Nutzen. Wir werden auf diesen Punkt bei dem Zitteraale und bei den allgemeinen Betrachtungen über die elektrischen Fische zurückkommen. Ein eigenthümliches Verhalten gegen Metalle, welches bei dem Zitteraale nicht vorhanden ist, beobachteten noch Alex. von Humboldt und Gay-Lussac [1]). Bei mittelbarer Berührung durch einen Schlüssel, eine Nadel oder eine Metallplatte, wird kein Schlag durch die Entladung des Thieres empfunden. Dasselbe ist der Fall, wenn das Thier zwischen zwei einander berührenden Kupferplatten sich befindet. Sind dagegen die beiden Metallplatten in keinem unmittelbaren Contact unter einander, oder berührt die eine Hand das Kupfergefäß, in welchem der Zitterroche ruht, die andere die Oberfläche des Thieres selbst, so werden die Schläge in beiden Händen empfunden. Gleich der gemeinen Elektricität werden die Entladungen des Torpedo durch eine Kette von Personen, vorzüglich wenn die Hände benetzt worden, und so die isolirende Wirkung ihrer Haut aufgehoben ist, fortgepflanzt. 6) Auch den Entladungen des Zitterrochens kommen elektrochemische Wirkungen zu. Schon unmittelbar sieht man dieses, wenn man, wie Matteucci that, Bauch- und Rückenfläche des Thieres mit Platinblättern bedeckt und die freien Enden der letzteren mit befeuchtetem Jodkaliumpapier in Verbindung bringt. Nach einigen Entladungen bemerkt man die ersten Anfänge der Jodabscheidung. John Davy, welcher zuerst diese elektrochemischen Effecte nachwies, bediente sich der bekanntlich noch sensibleren Verbindung von Jodkalium und Stärke, und zersetzte auch salpetersaures Silberoxyd, Kochsalz u. dergl. auf diesem Wege. Ob die durch den Zitterrochen bewirkte elektrochemische Zersetzung von Funkenbildung, die in dem gleichen Falle bei dem Zitteraale oft wahrgenommen worden ist, begleitet sei, ist noch nicht untersucht. 7) So viel ich weiß, hat außer Davy Keiner noch genauer experimentirt, um die durch den elektrischen Strom des Torpedo entstehende Wärmeerhöhung zu prüfen; daß sie vorhanden sei, ist kaum zu bezweifeln. Auch sprechen die von dem genannten Forscher mittelst eines Harris'schen Elektrometers angestellten Untersuchungen dafür. 8) Die Erregung magnetischer Strömungen durch die während der Entladung des Zitterrochens frei werdende Elektricität, haben zuerst Blainville und Fleuriau, so wie John Davy nachgewiesen. Die am Galvanometer zu erhaltende Declination der Magnetnadel ist von allen neueren Beobachtern wahrgenommen worden. Doch eignen sich hierzu nicht alle Galvanometer, besonders nicht die, welche für elektrochemische Strömungen sehr empfindlich sind. Am zweckmäßigsten erschienen den neueren französischen und italienischen Forschern die Colladon'schen. Ein 1/4 Mm. dicker, doppelt mit Seide umsponnener und mit Gummilack gefirnißter Kupferdraht macht bei diesem Instrumente um eine astatische Magnetnadel 600 Windungen.

[1]) Annales de chimie. T. 56 p. 18. Voyage. Recueil d'observations de Zoologie et d'anatomie comparée. Livr. III. p. 122. 123.

An die beiden Drahtenden sind Platinblätter angelöthet. John Davy machte auch Eisennadeln, um welche ein Metalldraht mit 108 Windungen gedreht war, durch die Entladungen des Torpedo magnetisch.

Schon Spallanzani wußte es, daß eine gewisse Polarität zwischen der Rücken- und der Bauchfläche des elektrischen Organs stattfinde. Alle neueren Beobachter stimmen darin überein, daß im Moment der Entladung die Rückenseite positiv, die Bauchseite negativ sei. Eben so soll die obere Hälfte der innern Seite gegen die untere positiv sein. Bei Weingeistexemplaren zeigen sich diese constanten Polaritäten nicht mehr erhalten. Nach Colladon weicht die Magnetnadel seines Galvanometers um 20 — 30° ab, sobald man zwei asymmetrische Stellen des Rückens und des Bauches berührt. Die Strömung selbst wird um so schwächer, je weiter die elektrischen Organe von der Berührungsstelle entfernt sind; daß sie endlich Null werde, wenn man zwei (lateral) symmetrische Stellen des Rückens oder des Bauches berührt, ist keine besondere Eigenthümlichkeit des Zitterrochens, sondern findet sich, wie wir sehen werden, auch bei dem Frosche und wahrscheinlich bei allen Thieren. Auch die Richtung der von außen her einströmenden Elektricität, welche dann als Entladungsreiz wirkt, hat einen bestimmten regulirten Einfluß. Nach Matteucci nämlich erhält man sehr kräftige Entladungen eines eben getödteten Torpedo, wenn der negative Pol einer aus 20 Zink-Kupferplattenpaaren von 4 Quadratcentimeter Oberfläche bestehenden, und durch Meerwasser nebst $1/_{10}$ Salpetersäure verbundenen galvanischen Säule in das elektrische Organ nahe am Rücken, der positive in den elektrischen Lappen eingefügt wird. Berührt umgekehrt der positive Pol das Organ, der negative den Lappen, so fehlt dieser Effect. Halten wir uns an das marianinische Gesetz, daß centripetale Strömungen der Elektricität auf die sensiblen, centrifugale auf die motorischen Nerven wirken, so sehen wir, daß sich die Nerven des elektrischen Organs gleich Bewegungsnerven verhalten. Wir werden weiter unten auf diesen Punkt noch zurückkommen.

Obgleich der Zitterroche, wie andere elektrische Fische, die von ihm ertheilten elektrischen Schläge nicht empfindet, so verhält er sich doch mit seinem übrigen Körper gegen Galvanismus gleich anderen Thieren. Bringt man ihm, wie Davy that, eine Wunde bei, so reagirt er, sobald diese gereizt wird, durch Widerstand und Bewegung.

Aus Gründen, welche in der Folge noch erörtert werden sollen, hat es der Zitterroche in seiner Gewalt, sich stärker oder schwächer zu entladen. Nähert sich ihm ein fremdes Wesen, oder wird er an seiner Hautoberfläche gereizt, so ertheilt er in dem ersteren Falle, wenn er es will, in letzterem unwillkürlich seine Schläge. Diese Kraft dauert so lange das Thier lebt, seine Reizbarkeit kräftig fortbesteht und der elektrische Apparat mit den ihm gehörenden und entsprechenden nervösen Theilen unverletzt ist. Je stärker und größer ein Thier ist, um so kräftigere Schläge vermag es zu ertheilen. Nach den oben angeführten Daten hat es auch größere elektrische Organe, zahlreichere Säulen und weit größere Mengen von galvanischen Elementen oder Septis. Hierher gehört daher auch die gemachte richtige Erfahrung, daß trächtige Weibchen stärker schlagen, als die zarteren Männchen. Ob in dem Momente, wo sich die Mutter entladet, auch die im Uterus ausgebildeteren Embryonen schlagen, ist noch nicht untersucht worden. Denn, daß reifere Fötus auch schon die Fähigkeit zu elektrisiren haben, erhellt schon aus der Anwesenheit elektrischer Organe bei ihnen, und ist auch von Spallanzani, Davy und Linari direct beobachtet worden. Zu häufige oder zu rasch

auf einander folgende Entladungen schwächen die elektrischen Kräfte und diese kehren erst nach größeren oder kleineren Zwischenzeiten der Ruhe wieder. In dem Todeskampfe verliert sich die Entladungsfähigkeit nach und nach. Man sieht aus diesem Allen, daß sich die letztere durchaus der Muskelreizbarkeit parallaliasirt. Doch schwindet in der Agonie die elektrische Kraft früher als die Muskelirritabilität. Ich sah z. B. einen im Sterben begriffenen Rochen, der nur noch äußerst schwache und bald gar keine Schläge ertheilte, sich noch nach äußeren Reizen mit seinem Vordertheile heftig krümmen und seine Seitenflossen bewegen.

Die ruhige und gewöhnliche Entladung eines kräftigen Torpedo geht ohne alle weitere Bewegungen des Thieres vor sich. Strengt sich das Thier sehr an, so bewegt es die Seitenflossen, die Augen und Augenlieder oder den Schwanz. Doch sind dieses nur untergeordnete und unwesentliche Nebenmomente, ohne welche auch heftige Schläge ausgetheilt werden können. Daß der Zitterroche etwa gleich dem Zitteraale durch Krümmung seines Körpers eine Art von Zauberkreis schließe, ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden; wie wir aber bei den Thätigkeiten der motorischen Nerven directe und Reflexbewegungen haben, so existiren auch directe und Reflexentladungen. Die ersteren treten durch Influenz des Gehirns, die letzteren nach Reizung der sensiblen Nerven ein. Nach dem oben dargestellten anatomischen Befunde verlaufen vorzüglich die Nerven der Haut und der Kiemen in der Nähe der Nerven der elektrischen Organe, wenn sie in das centrale Nervensystem eintreten. Es läßt sich daher schon theoretisch erwarten, daß Reizung der Haut und der Athmungsorgane elektrische Reflexentladungen besonders erregen werde. Dieses bestätigt auch die Erfahrung vollkommen. Wie aber auch die sensiblen Nerven der Eingeweide Reflexbewegungen zu erzeugen im Stande sind, so können sie auch Reflexentladungen hervorrufen. Wie ein Thier, welches stark läuft, seine Athmung beschleunigt, so tritt auch durch schnelle und häufige Entladungen wenigstens eine vermehrte Absorbtion von Sauerstoff und Stickstoff ein, während sich merkwürdigerweise die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure vermindern soll. Matteucci nämlich analysirte das freie Meerwasser und dasjenige, welches er in zwei Behältern hatte. In jeden dieser letzteren wurde ein Torpedo gethan. Beide weibliche Thiere waren gleich groß und gleich lebhaft. Während man dann den einen bei + 27,5° C. 45 Minuten lang reizte, ließ man den andern vollkommen ruhig. Es ergab sich

	Freies Meerwasser.	Meerwasser im Behälter: vor dem Aufenthalte der Rochen.	nach dem Aufenthalte des gereizten Rochen.	nach dem Aufenthalte des ruhigen Rochen.
C	11,0	17,8	30,6	37,8.
N	60,5	57,8	69,4	39,4.
O	29,5	24,4	—	2,8.

Der ruhige Roche hatte also 1,6% Stickstoff und 21,6 Sauerstoff absorbirt und 20,0 Kohlensäure ausgeschieden, der gereizte 11,6 Stickstoff und 24,4 Sauerstoff aufgenommen und 12,8 Kohlensäure gebildet. Durch die Reizung waren also 10,0 mehr Stickstoff, und 2,8 Sauerstoff mehr verschwunden, und 7,2 weniger Kohlensäure entstanden. Sollten sich diese Data vollkommen bestätigen, so könnte man, wie man sieht, den durch die elektrischen Entladungen entstehenden Einfluß keine Erhöhung der Respira-

tionsthätigkeit nennen. Sauerstoff vermehrt die Athmungsthätigkeit und die elektrische Entladung. Brachte Matteucci einen ermatteten Zitterrochen unter Sauerstoffgas, so athmete er wieder stärker und schlug von neuem. Jedenfalls ließen sich aber das vermehrte Athmen, wie die oben erwähnten accessorischen Muskelcontractionen den sogenannten Mitbewegungen parallelisiren. Die Kämpfer'sche Angabe, daß Unterbrechung der Athmung die Entladungskraft aufhebe, ist schon von Walsh widerlegt worden. Ob die Angabe von Spallanzani, die später von Davy zum Theil bestätigt wurde, daß häufige elektrische Entladungen die Verdauung schwächen, richtig sei, steht noch sehr dahin.

Obwohl die bis jetzt vorliegenden an den Zitterrochen angestellten Vivisectionen noch sehr sparsam und meist von Physikern oder wenigstens ohne die dem gegenwärtigen Standpunkte der Physiologie entsprechende Berechnung angestellt worden sind, so liegen doch Erfahrungen genug vor, um wenigstens das Grundprincip der nervösen Thätigkeit bei dem Entladungsacte daraus zu erkennen. Wie durch Abziehen der Haut die Reflexbewegungen geschwächt werden, so ist das Gleiche in Betreff der Reflexentladungen der Fall. Diese werden durch die genannte Operation nicht, wie Spallanzani glaubte, aufgehoben, sondern nach den Erfahrungen von Matteucci nur vermindert. In Betreff des Einflusses des Blutgefäßsystems sind die Erfahrungen noch sehr lückenhaft. Wir wissen nur so viel, daß Ausschneiden des Herzens die Entladungskraft nicht sogleich aufhebt, sondern sie nur nach Maaßgabe, als das Thier dem Tode nahe tritt, schwächt. Es wäre zunächst der Versuch der Unterbindung der Blutgefäße des electrischen Organs zu machen. Der Analogie mit der Muskelzusammenziehung nach läßt sich erwarten, daß die Entladungsfähigkeit auch unter diesen Verhältnissen sehr geschwächt bis aufgehoben werde. Dagegen stellt sich in Betreff der Einflüsse des Nervensystems auf die elektrischen Schläge des Fisches Alles durchaus so, daß an der Analogie mit den motorischen Nerven nicht zu zweifeln ist. Wir werden dieses am besten einsehen, wenn wir alle hierher gehörenden Gesetze der Reihe nach durchgehen.

1) Wenn in dem peripherischen Nervensysteme kein motorischer Reiz von einer Nervenfaser auf die andere überspringt, so ist das Gleiche bei den elektrischen Nerven der Fall. Es ist keineswegs zur Entladung eines elektrischen Apparates nothwendig, daß, wie frühere Beobachter aussprachen, alle Nerven des Organs unverletzt seien. Es geht nur nach Durchschneidung der einzelnen Nervenstämme so viel verloren, als dem Verbreitungsbezirke der durchschnittenen Nerven entspricht. Ohne daß Versuche der Art bisher angestellt worden wären, läßt sich nach dem eben ausgesprochenen Gesetze, für welches wir die Beweise sogleich anführen werden, erwarten, daß die Zerstörung des R. electricus N. trigemini die Wirkung der inneren Parthie des vorderen Theiles, die des R. electricus anterior N. vagi die der äußern Parthie des vordern Theils, die des R. e. medius N. vagi die des mittlern Theils und der vordern Parthie des hintern Theils, und die des R. e. postremus N. vagi die des hintersten Theils des elektrischen Organs aufheben werde. Daß aber durch die Zerschneidung eines Theils der Nerven des elektrischen Organs nur ein Theil der Wirkung des Apparats verloren gehe, ist experimentell bewiesen. Matteucci nämlich hat auf eine recht gute Weise dargethan, daß die Entladungen nur local, den entsprechenden noch thätigen Nerven correspondirend, bleiben. Legt man bei einem eben getödteten Torpedo mehre Frosch-

schenkel auf die Rückenfläche des einen elektrischen Organs auf, so springt, je nachdem man den einen oder den andern elektrischen Nerven reizt, der eine oder der andere Froschschenkel in die Höhe. Dasselbe Experiment muß gelingen, wenn man bei einem lebenden Rochen einzelne Stämme eines Organs durchschneidet und andere intact läßt. Diejenigen Schenkel, weche den Verbreitungsbezirken der gereizten oder unversehrten Nerven aufliegen, müssen natürlich aufspringen, während die anderen bei nicht zu großer Entladung und nicht zu starker Leitung ruhig bleiben.

2) Wie die entsprechenden Muskeln beider Seiten und die benachbarten Theile eines Muskels von einander isolirt und unabhängig sind, so findet das Gleiche in Betreff der beiden elektrischen Organe und der einzelnen Theile eines Organs Statt. Theilt man ein elektrisches Organ der Quere nach und bringt selbst eine Glasplatte zwischen die beiden Durchschnittsflächen, so schlagen, wenn nur die Stämme und Aeste der Nerven unversehrt geblieben, die einzelnen Theile des elektrischen Apparats fort. Eben so können sich nun ein Organ oder beide Apparate zugleich entladen.

3) Wie bei den peripherischen Primitivfasern Durchschneidung und Unterbrechung der Continuität die Leitung stört, während noch eine zeitlang die Reizbarkeit verbleibt, so ist das Gleiche mit den elektrischen Nerven der Fall. Werden die elektrischen Nerven des einen Organs durchschnitten, so kann das Thier mittelst desselben keine Schläge mehr geben. Reizt man dagegen die peripherischen Theile der getrennten Nerven; so entstehen nach Matteucci schwache Entladungen. Wir werden bei Gelegenheit der allgemeinen Theorie der Wirkung der elektrischen Organe die Gründe angeben, weßhalb unter gleichen Verhältnissen die Entladungen wahrscheinlich schwächer sind, als die Muskelzusammenziehungen. Starke Ligatur wirkt gleich der Durchschneidung, lockere hebt natürlich die Effecte nur theilweise oder gar nicht auf.

4) Wie in den motorischen Primitivfasern erfolgt die Leitung in den elektrischen Nerven nur in centrifugaler, nicht aber in centripetaler Richtung. Die Erfolge des Reizes sind aber dann auch hier die gleichen, das Irritament mag in dem peripherischen Nervensysteme angebracht werden, wo es wolle. Es ist ganz gleichgültig, an welcher Stelle ihres peripherischen Verlaufes wir die elektrischen Primitivfasern anregen. Es erfolgt immer ein centrifugaler Strom des Nerven-Fluidums und eine Entladung, welche dem Quantum elektrischen Organs, in welchem die gereizten Primitivfasern endigen, entspricht. Sind die elektrischen Nerven durchschnitten, so ruft Reizung der peripherischen Abschnitte derselben Entladung, der centralen keine hervor. Auch das schon oben angeführte Gesetz, daß ein positiver Strom, wenn die secundären entgegengesetzten Ströme nicht stark genug sind, nicht in centripetaler, wohl aber in centrifugaler Richtung einwirkt, gehört hierher.

5) Wie bei den motorischen Nerven hebt lokale chemische Zerstörung des Nerveninhalts der peripherischen elektrischen Primitivfasern den Einfluß des Willens auf die Entladung auf. Reizung der nervösen Theile oberhalb der Zerstörungsstelle hat keine Wirkung, während Irritation unterhalb derselben Schläge erzeugt. Totale chemische Veränderung des Primitivfaserinhalts hebt, wenn selbst die frühere Beschaf-

fenheit des elektrischen Organs möglichst wieder hergestellt wird, die Entladungskraft für immer auf. Solche chemische zerstörende Mittel sind Säuren, Alkalien und verschiedene Salze. Hatte Matteucci das Organ mit kochendem Wasser behandelt, und ihm später durch Seewasser seine Durchsichtigkeit wieder gegeben, so blieben doch alle Schläge aus.

6) Das Centralorgan der elektrischen Nerven sind, so weit die bisherigen sicheren Erfahrungen reichen, nur die elektrischen Lappen. Schon ihr eigenthümliches Structurverhältniß deutet darauf hin. Ob, wie wahrscheinlich ist, die elektrischen Nerven hier enden oder nicht, läßt sich erst nach künftiger Untersuchung frischer Zitterrochengehirne apodiktisch entscheiden. Reizung der Lobi electrici ruft Entladungen hervor. Alle Theile des Gehirns, so wie des Rückenmarks können entfernt werden, ohne daß die Schlagkraft zu Grunde geht. Abtragung der elektrischen Lappen dagegen wirkt gerade so, wie wenn die elektrischen Nerven an ihren Ursprüngen abgeschnitten worden wären. Wenn in den Versuchen von Matteucci auch nach Reizung der Lobi optici Schläge eintraten, so beweisen die Erfahrungen desselben Forschers, nach welchem diese Erfolge nach Entfernung der Lobi electrici ausbleiben, daß sich der Reiz nur durch das Gehirn zu den elektrischen Lappen fortleiten kann, nicht aber daß die Sehlappen einen direkten Einfluß auf die elektrischen Organe haben.

7) Die elektrischen Lappen verhalten sich zu den beiden elektrischen Organen, wie diejenigen Centraltheile des Nervensystems zu den Muskeln, welche hinter oder unter der Kreuzung der Pyramiden liegen, nicht aber wie diejenigen, welche sich vor oder über der genannten Decussation befinden. Schwache Reizung des rechten Lobus electricus entladet nur das rechte elektrische Organ, die des linken das linke. Stärkere Reizung kann beide in Thätigkeit setzen.

8) Die Reflexentladungen folgen denselben Gesetzen, wie die von dem Rückenmarke ausgehenden Reflexbewegungen. Nach Maaßgabe nicht sowohl der Quantität, als der Intensität der Hautreize entladet sich ein Organ entweder partiell oder total oder beide Organe schlagen. Abziehen der Haut, durch welche ein großer Theil der entsprechenden sensiblen Hautnerven zerstört wird, schwächt, wie wir gesehen haben, die Reflexentladung. Es unterliegt keinem Zweifel, daß, wenn man einem Zitterrochen die beiden ersten Zweige des dreigetheilten Nerven durchschnitte, Reizung des vordern Theiles der Körperhaut erfolglos bliebe, während die willkürliche Entladungskraft, so weit diese bei dem Zitterrochen etwa besteht, vor wie nach ungehindert bliebe. Durchschneidung der elektrischen Nerven oder Zerstörung der elektrischen Lappen oder des ganzen Gehirns hebt die direkten, wie die Reflexentladungen auf. Bleibt nur noch ein kleiner Theil der elektrischen Lappen zurück, so ist, wie Todd erfuhr, noch einige Entladung möglich.

9) Im Momente der Entladung nimmt der Fisch aus Gründen, die wir in der Folge kennen lernen werden, an Umfang nicht zu. Dieses würde mit denjenigen über die Muskelzusammenziehung angestellten Versuchen stimmen, welche das Resultat lieferten, daß im Momente der Contraction keine Volumensveränderung eintrete. Matteucci legte einen Zitterrochen in einen Behälter, an welchem eine graduirte Glas-

röhre angebracht war. In beiden befand sich Wasser. Das Niveau der in der Glasröhre enthaltenen Flüssigkeit änderte sich im Momente der Entladung nicht. Aehnlich fielen auch bekanntlich Versuche über die Muskelzusammenziehung aus, während andere, die vielleicht minder richtig sind, das entgegengesetzte Resultat ergaben. Uebrigens ist gerade diese Aehnlichkeit von sehr untergeordneter Bedeutung und selbst, wenn sie existirt, nicht sehr hervorzuheben.

10) Die meisten Agentien, welche auf die Muskelreizbarkeit nachtheilig wirken, haben denselben Einfluß auf die Thätigkeit der elektrischen Organe. Nach Matteucci vermindert kaltes Wasser die Entladungskraft des Thieres. Bei + 5° C. hört es zu schlagen auf und stirbt bald ab. Wird dagegen der Roche in Wasser von +22,5° C. zurückgebracht, so erholt er sich, selbst wenn er früher asphyktisch war, wieder und ertheilt von neuem sehr starke Schläge. Bis 37,5° C. kann die Wärme erhöht werden, ohne den elektrischen Fähigkeiten des Thieres Schaden zu stiften.

11) Narkotische Gifte, welche durch ihre Effecte auf das centrale Nervensystem eigenthümliche Erscheinungen der Muskel-Contraction hervorrufen, wie Opium, Morphin, Strychnin, haben ähnliche Effecte auf die elektrischen Organe. Hat man einen Frosch durch Morphin vergiftet, so stellen sich während der Agonie bei den geringsten äußeren Reizen, oder selbst ohne diese, Muskelcontractionen ein. Hatte Matteucci einem Zitterrochen Morphin beigebracht, so schlug das Thier von selbst ungefähr 6 mal in der Minute. Tödtet man einen Frosch durch Strychnin, so stellen sich vor dem Tode von selbst von Zeit zu Zeit starke tetanische Krämpfe ein. In diesem Zustande werden auch die letzteren durch äußere Hautreize hervorgerufen. Nach Strychninvergiftung des Torpedo sah Matteucci starke Convulsionen und einige sehr starke Entladungen eintreten. Die letzteren wurden immer schwächer, erfolgten aber in immer kleineren Zwischenräumen und hörten endlich ganz auf, wie das Gleiche in Betreff der durch Strychnin erregten tetanischen Krämpfe der Fall ist. Endlich starb der Roche unter Convulsionen.

12) Bei einem und demselben Zitterrochen halten unter sonst gleichen Verhältnissen die Kräfte der Muskelzusammenziehung länger als die elektrischen Entladungen an. Wir haben schon oben gesehen, daß im Tode die Muskelirritabilität später als die Entladungskraft schwindet. Dasselbe bekräftigen die eben angeführten, über die Strychninvergiftung gemachten Erfahrungen.

b. Brasilianische Zitterrochen. Narcine brasiliensis, Henle. Die elektrischen Organe dieses Thieres sind durchaus nach demselben Plane gebaut, wie bei dem europäischen. Allein in der Ausdehnung und der entsprechenden Nervenvertheilung findet, wie die Untersuchung eines 5″ 3‴ langen Exemplars zeigte, ein Unterschied Statt. Während beim Torpedo der Vordertheil des Körpers quer abgeschnitten ist und die elektrischen Organe bis an den Vorderrand reichen, verlängert sich bei Narcine der vorderste, vor den Augen liegende Theil des Körpers mehr nach vorn und endet zulaufend abgerundet. Der Vorderrand des Thieres bildet daher eine mehr nach vorn convexe bogenförmige Linie. Man sieht hieraus, daß Narcine in dieser Beziehung gewissermaaßen eine Mittelbildung zwischen Torpedo und den gewöhnlichen Rochen darstellt. Wie bei diesen ist dieser vorderste Schnauzentheil mit einem aus vielen, einander durchkreuzenden Faserbündeln bestehen-

den Sehnengewebe, welches nicht zum elektrischen Organe gehört, ausgefüllt. Dieses beginnt jederseits in der Gegend der Augen und zeigt schon auf den ersten Blick, daß im Verhältniß zu Torpedo sein vorderster Theil weniger stark ausgebildet ist. Das Organ wird hier nicht, wie bei den europäischen Zitterrochen, vorn beträchtlich breiter. Seine größte Breite fällt vielmehr weiter nach hinten. Die Richtigkeit dieser Angaben wird noch dadurch bewiesen, daß, während die drei Rami electrici N. vagi die gewöhnliche Stärke haben, der R. electricus N trigemini einen dünnen Zweig bildet, der mit dem R. e. N. trigemini des Torpedo keinen Vergleich aushält. Berücksichtigen wir nun die Nervenverbreitung in dem europäischen Zitterrochen, so können wir annehmen, daß es vorzüglich die innere Parthie des vorderen Theiles des elektrischen Organs ist, welche sich bei Narcine im reducirten Zustande vorfindet. Da nun überdies die elektrischen Apparate des letztern Thiers niedriger erscheinen, so läßt sich nach diesen anatomischen Daten annehmen, daß die Entladungen der Narcine verhältnißmäßig schwächer seien, als die des Torpedo. Genauere vergleichende Untersuchungen sind bis jetzt noch nicht angestellt worden. Alex. von Humboldt bemerkte im brasilianischen Zitterrochen dieselben Eigenschaften, wie in dem europäischen. Auch Todd, der mit einem am Cap der guten Hoffnung vorkommenden Zitterrochen experimentirte, giebt nichts Näheres in dieser Beziehung an.

B. Der Zitteraal (Gymnotus electricus). Die Kraft der Elektricitätsentladung kommt nur dieser einen Species von Gymnotus zu, während sie alle übrigen bis jetzt bekannten Arten dieser Gattung nicht haben. Es läßt sich nun schon theoretisch erwarten, daß die bei dem elektrischen Zitteraale vorhandenen elektrischen Organe bei den anderen Gymnotusarten fehlen werden. Allein nicht nur dieses ist der Fall, sondern es scheinen auch, wie Alex. von Humboldt zuerst gefunden hat, in Betreff der Schwimmblase wesentliche Differenzen einzutreten. Während nämlich Gymnotus aequilabiatus eine kleine Schwimmblase hat, erstreckt sich die hintere, einfacher membranöse Abtheilung derselben bei Gymnotus electricus längs des Schwanzes sehr weit nach hinten, verläuft hierbei zwischen den beiden oberen oder seitlichen elektrischen Organen und hört eine Strecke vor der Schwanzspitze auf. Daß andere nicht elektrische Gymnoti etwas Aehnliches darböten, weiß man nicht, da man ihre Anatomie bis jetzt so gut wie gar nicht kennt.

Die elektrischen Organe des Zitteraales liegen in dem Schwanztheile des Thieres. Der After befindet sich nämlich hier sehr weit nach vorn. Hinter ihm beginnt der äußerst lange Schwanz, der bei einem ziemlich großen Gymnotus ungefähr $4\frac{1}{2}$ Mal und etwas länger ist, als die Längen des Kopfes und des Rumpfes zusammengenommen ausmachen. Da nun der elektrische Apparat jederseits und unten fast längs dieses ganzen Schwanztheils verläuft, also, abgesehen von seiner Breite und seiner unten stattfindenden unvollständigen Duplicität, diese Schwanzlänge mindestens drei Mal summirt, so sieht man hieraus, wie sehr in diesem Thiere die übrige Organisation gegen den zur Elektricitätsentladung bestimmten Apparat zurücktritt, und der ohnedies so groß werdende Fisch geeignet gemacht wird, so äußerst starke elektrische Schläge zu ertheilen. Nur das Rückenmark, die Wirbelsäule, die dazu gehörende Muskulatur und die untere und hintere Schwanzflosse mit ihren Muskeln, die Haut und zum Theil die Schwimmblase mit den, allen

diesen Theilen entsprechenden Gefäßen und Nerven erstrecken sich so weit nach hinten, während alle übrigen Gebilde des Zitteraales in dem Kopfe und dem Rumpfe enthalten sind.

Der gesammte elektrische Apparat des Gymnotus zerfällt in zwei isolirt paarige und ein verschmolzen paariges Organ. Da jedes der beiden ersten an der Seitenfläche des Schwanzes und mehr nach oben gegen die Rückenfläche hinliegt, so nennt man es auch das seitliche oder obere elektrische Organ, während das verschmolzen paarige wegen seiner Anfügung an die Unterfläche als das untere elektrische Organ aufgeführt wird. Die Ausdehnung von allen dreien entspricht fast ganz exact der Ausdehnung der Schwanzflosse. Zwischen dieser und den elektrischen Organen, wenigstens den oberen, findet aber eine Art von Gegensatz Statt. Während die Schwanzflosse vorn am niedrigsten ist und nach hinten an Höhe zunimmt, sind die seitlichen elektrischen Organe vorn am höchsten, und verschmälern sich endlich nach hinten so sehr, daß sie ganz hinten an dem Ende der Wirbelsäule in einen abgerundeten Spitzentheil auslaufen. Jedes der seitlichen elektrischen Organe wird zunächst nach außen von einer sehnigten Haut bedeckt, liegt aber dann mit seiner fast ganzen seitlichen Oberfläche unmittelbar unter der Haut, und scheint sogar bei dem lebenden Thiere durch diese hindurch. Oben stößt es an die Rückenmuskeln, unten an die Muskulatur der Schwanzflosse. Seine Innenfläche ruht auf der benachbarten Parthie des Ventraltheils des Seitenmuskels. Vorn beginnt es abgerundet, doch so daß seine einzelnen Säulen an einzelnen Stellen bisweilen etwas vorstehen. Hinten läuft es, wie schon erwähnt, spitz zu und wird selbst bei großen Zitteraalen verhältnißmäßig klein und fein. Das untere elektrische Organ liegt unter der Unterfläche der Wirbelmusculatur des Schwanzes, über und zwischen der Musculatur der Schwanzflosse versteckt, hat auch seine aponeurotische Hülle und erscheint, besonders bei größeren Thieren und vorzüglich nach vorn mehr oder minder verschmolzen paarig.

Fig. 9.

Die Fig. 9. gezeichnete Idealfigur eines senkrechten Querdurchschnittes des Schwanzes giebt einen ungefähren Begriff der Lagerungsverhältnisse der elektrischen Organe. *a* ist die äußere Haut, *b* die Wirbelsäule, *c* das Rückenmark, *d* die obere, *e* die untere Seitenmusculatur mit der eingeschlossenen Schwimmblase, *f* das obere oder seitliche elektrische Organ, *g* das unpaare elektrische Organ, *h* die Musculatur der Schwanzflosse. Noch besser erhellen diese Verhältnisse aus dem natürlichen senkrechten Querdurchschnitte, wie dieser von John Hunter und Alex. von Humboldt gezeichnet worden ist. Im Ganzen genommen erscheint jedes der seitlichen Organe zusammengedrückt und hat so eine äußere, etwas convexe und eine innere Fläche, welche gewissermaßen durch die Eintrittsstellen der Nerven in eine obere und eine untere Hälfte gesondert wird. Außerdem besitzt es noch einen vordern, einen obern und einen untern Rand und eine hintere abgerundete Spitzenparthie. Das untere elektrische Organ gleicht im Ganzen einem dreiseitigen Prisma, dessen eine Kante nach unten, dessen Basis nach oben sieht. Vorn beginnt es spitz, vergrößert sich nach hinten und scheint endlich mit den seitlichen elektrischen Organen inniger zu verschmelzen.

Hat man die äußere Haut und die aponeurotische Hülle entfernt, so zeigt jedes seitliche Organ eine Reihe von oben nach unten auf einander folgender ungefähr horizontaler Bänder, wie sie Fig 10. nach dem vordersten

Fig. 10.

Theile des linken obern Organs eines kleinern Zitteraals dargestellt worden sind. Die die horizontalen Grenzlinien erzeugenden Theile entsprechen denjenigen Gebilden, welche wir bei den Organen des Torpedo mit dem Namen der aponeurotischen Scheidewände belegt haben. Bei größeren Zitteraalen erkennt man nun schon mit freiem Auge, daß eine sehr große Anzahl feiner, dicht bei einander liegender Septa auf diesen Scheidewänden senkrecht stehen und successiv von vorn nach hinten auf einander folgen (*b*). Bei den Organen kleinerer Gymnoti gewährt die Untersuchung unter der Lupe oder dem Mikroskope dieselbe Anschauung. Macht man einen horizontalen Querschnitt durch ein solches Organ, so sieht man, daß sich solche aponeurotische Scheidewände durch die ganze Breite (oder Höhe) des Organs fortsetzen, wie Fig. 11, in welcher *a* die äußere, *b* die innere Fläche und *c* den obern Rand bezeichnet, andeutet. Macht man endlich einen longitudinalen senkrechten Schnitt, so bemerkt man auch hier horizontale aponeurotische Scheidewände, wie bei der äußern Flächenansicht. Da sich jede Scheidewand der Länge des Organs nach fortsetzt und immer die Septa auf ihr senkrecht stehen, so ergiebt sich hieraus folgende Anordnung dieses elektrischen Apparates. Wir haben sehr lange oder, wenn wir sie uns senkrecht gestellt denken, sehr hohe Columnen, welche, der Länge des Schwanzes nach horizontal, sowohl von oben nach unten, als von innen nach außen aufgeschichtet sind. In jeder von diesen liegen wieder, ganz ähnlich wie bei dem Zitterrochen, Septa, analog den Plattenpaaren einer galvanischen Säule. Dadurch nur, daß die Säulen hier in Verhältniß zu dem ganzen Thiere horizontal sind, kommen die Septa senkrecht zu stehen, eine Differenz, die, wie man leicht sieht, für die galvanische Thätigkeit der Säulen selbst ohne Bedeutung ist. War aber die Berechnung der Zahl der Septa bei dem Zitterrochen nur approximativ und mehr schätzend, so muß sie bei den seitlichen elektrischen Organen des Zitteraals noch unsicherer ausfallen, da die Form derselben an verschiedenen Stellen verschieden ist. Am meisten approximativ dürfte vielleicht noch folgende Schätzungsweise ausfallen. Bei einem ungefähr 38,5″ neuen Decimalmaaßes langen Zitteraale betrug die ungefähre Länge eines seitlichen elektrischen Organs 32″. In der Hälfte dieser Länge existirten an der äußern Fläche ungefähr 30 Säulen, und in der Mitte der Höhe ungefähr 13 Säulen über einander, während natürlich nach oben, wo das Organ schmäler wird, die Zahl der Säulen sich verringert, nach unten sich etwas vermehrt. Da es jedoch unmöglich ist, mit Sicherheit die Zahlen der Säulen von vorn nach hinten, von oben nach unten und von innen nach außen zu bestimmen, so wollen wir die obigen Mittelzahlen zum Grunde legen. Es würden also dann in dem seitlichen Organe ungefähr 390 Säulen existiren. Nun ergaben mikrometrische Messungen im Mittel mindestens 16 Septa auf eine Linie. Eine Säule von 32″ Länge würde daher mindestens 5120 Septa enthalten. Auf ein seitliches elektrisches Organ kämen daher 1996800 und auf beide 3993600 Septa. Die Schätzung der Zahl derselben in dem unpaaren elektrischen Organe unterliegt noch größeren Schwierigkeiten. Hier sind die Septa breiter, laufen der Quere nach, werden daher verhältnißmäßig größer und erscheinen besonders vorn durch eine aponeurotische Scheidewand getrennt. Da

Fig. 11.

nun hier im Mittel 25 auf eine Linie Länge kommen, so würden auf diesen Theil des elektrischen Apparats, wenn man nur zwei seitliche und, wie es im Mittel schien, 10 über einander befindliche Columnen annimmt, mindestens 160000 Septa kommen. Die Schätzung fällt im Ganzen gewiß eher zu klein als zu groß aus, wenn wir nach diesen Daten annehmen, daß ein ausgewachsener Zitteraal in seinen elektrischen Organen zwischen 4 — 5 Millionen Septa besitze.

Trotz der äußeren Verschiedenheiten läßt sich der innere Bau des elektrischen Apparates des Zitteraals sehr gut dem des Zitterrochens parallelisiren. Allerdings gehen die aponeurotischen Scheidewände hier horizontal, während sie bei Torpedo senkrecht sind; die Septa stehen hier aufrecht, während sie dort liegen. Allein die Elemente sind durchaus die analogen. Die Scheidewände sind sehnigte Aponeurosen, welche die einzelnen Columnen sondern und ihnen Blutgefäße und Nerven zuführen. In jedem Septum haben wir wieder eine Grundmembran, die verdünnte Fortsetzung der aponeurotischen Scheidewand mit der zu beiden Seiten befindlichen Epitheliumlage. Vorzüglich nach Behandlung mit verdünntem kaustischen Kali sieht man wieder die in verschiedenen Höhen befindlichen Blutgefäße und Nervennetze, von denen die letzteren wieder sehr an die Endplexus der Nerven in den Muskeln erinnern. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Septis fallen aber hier durchgängig größer aus. Die Differenz ist nicht so groß, daß ich mit Rudolphi die elektrischen Organe des Zitterrochens mit aufgebauten galvanischen Säulen, die des Zitteraals mit Trogapparaten vergleichen könnte. Torpedo hat vielmehr offenbar nur stehende, Gymnotus liegende Batterieen ähnlicher Art.

Sehr wesentlich unterscheidet sich aber der elektrische Apparat des Zitteraals von dem des Zitterrochens durch die in ihn eintretenden Blutgefäße und Nerven. Beobachtet man die Innenfläche des obern elektrischen Organs des Gymnotus, so sieht man eine Reihe successiver, von oben nach unten gehender Streifen, welche im Ganzen den Wirbelabtheilungen des Seitenmuskels ungefähr correspondiren. Ihnen entsprechend laufen auch successiv die aus der Aorta entstehenden Arterien und die zur Hauptvene des Schwanzes zurückkehrenden Blutadern. Die Nerven folgen auf dieselbe Art successiv auf einander. Sie sind sämmtlich Rückenmarksnerven. Kein Hirnnerve scheint selbst accessorische Fäden an den elektrischen Apparat zu ertheilen. Weder der oberflächliche, noch der nahe verlaufende starke und lange tiefe Seitennerve erzeugt Zweige für das Organ.

Hat man die obere Hälfte des seitlichen elektrischen Organs zurückgeschlagen, so sieht man diese successiv eintretenden Nerven. Ihre Zahl ist außerordentlich groß. Rudolphi zählte bei seinem Exemplare 224 Nervenstämme jederseits. Nach meinen Beobachtungen besitzen größere Zitteraale zwischen 220 — 230, kleine circa 200 Nerven auf jeder Seite. Diese großen Zahlen verlieren aber ihr Staunenswerthes, wenn man bedenkt, daß, wenn nur der Schwanztheil des Seitenmuskels existirte, sich eben so viele successive Rückenmarksnerven in ihn hineinbegeben müßten. Jeder dieser Stämme tritt an und aus dem Seitenmuskel hervor und strahlt, schon in Bündel gesondert, in das obere elektrische Organ ein, während ein Zweig ganz oder mehr oberflächlich an der Innenfläche des Organs emporläuft. Bei diesen Stämmen tritt nun ein ähnliches Verhältniß, wie bei gemischten Nerven, welche sich in Muskeln begeben, ein, d. h. eine große Zahl von Primitivfasern bleibt in dem elektrischen Organe, während andere zur Haut

dringen. Auch das unpaare elektrische Organ erhält ähnliche successive Nervenzweige, von denen die durchtretenden außer der Haut noch die Schwanzmuskulatur versorgen. Die Vertheilung aller dieser Zweige in dem Organe erfolgt auf eine hier nicht zu schildernde reguläre Weise.

Da sich, wie wir bei dem Zitterrochen erwiesen haben, die elektrische Function der Muskelzusammenziehung parallel stellt, so läßt sich erwarten, daß bei denjenigen Rückenmarksnerven, welche Zweige in den elektrischen Apparat geben, die vorderen (unteren) Wurzeln stärker, als die hinteren (oberen) sein werden. Während ich bei früheren Untersuchungen in dieser Beziehung zu keinem sichern Resultate kam, glaube ich mich in neuester Zeit an geeigneten Rückenmarkstücken, so weit dieses an Weingeistexemplaren möglich ist, überzeugt zu haben, daß allerdings die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven in der Gegend des vorderen Theils der Elektricitätsapparate die hinteren an Umfang übertreffen. Doch dürfte diese Angabe erst dann mit vollkommener Sicherheit angenommen werden können, wenn an frischen Gymnoten gemachte Untersuchungen vorliegen werden.

In Betreff des Centralorgans des elektrischen Apparats könnten hier zwei Fälle eintreten. Es befände sich nämlich entweder im Rückenmarke, so daß sich dieses durch eine besondere Struktur auszeichnete, oder die centralen Primitivfasern der elektrischen Nerven verliefen durch das Rückenmark bis zum Gehirn, und fänden hier erst ihren centralen Apparat, ihren elektrischen Lappen. Die letztere Annahme erhält schon dadurch mehr Wahrscheinlichkeit, daß auch die motorischen Muskelnerven, welche in das Rückenmark eintreten, allgemein nicht in diesem bleiben, sondern zum Gehirn verlaufen, um hier zu enden. Diese Schlußfolgerung wird durch die Erfahrung auf das Schönste bestätigt. Das Rückenmark des Gymnotus zeigt nirgends gangliöse äußerlich sichtbare Anschwellungen, unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Rückenmarke jedes andern Aales, und ist vielleicht, wenn man die Größe des Zitteraales in Anschlag bringt, selbst nicht einmal bedeutend stark zu nennen. Ganz andere Verhältnisse treten dagegen in dem Gehirne ein. Hier stoßen wir auf eine eigenthümliche paarig verschmolzene, auch durch ihre verhältnißmäßige Größe sich auszeichnende Lappenbildung, welche wir als Lobus electricus ansprechen müssen, obgleich bis jetzt noch keine physiologischen Versuche vorliegen, um diese anatomische Deduction auch functionell zu bekräftigen. Das Gehirn nämlich besteht, wie die Fig. 12 gelieferte Ansicht der rechten Seite desselben zeigt, aus den Hemisphärenlappen *a*, den Sehlappen *b*, den vorderen *c* und den hinteren unteren Lappen *d*, dem Hirnanhange *d'*, dem theilweisen Analogon des kleinen Gehirns *e*, dem verlängerten Marke *f*, und dem verhältnißmäßig sehr großen elektrischen Lappen *g*, der, wie ich in meiner Abhandlung über den Gymnotus durch Vergleichung mit den Gehirnen anderer Fische dargestellt habe. Durch größere Entwickelung des vordern Theils des hinter den Sehlappen befindlichen Theils des Mesencephalon entstanden ist, während die in Fig. 12 mit *e* und *i* bezeichneten Theile dem hintern Theile des Mittelgehirns entsprechen. Der Lobus electricus bildet hier einen langen und großen, sich weit nach vorn erstreckenden Lappen, der das übrige Mesencephalon, die Sehlappen und selbst den hintersten Theil der Hemisphärenlappen überdacht und überragt, hierdurch fast an die starke Entwickelung des Cerebellum bei Thynnus vulgaris erinnert und an seiner oberen Fläche durch eine longi-

Fig. 12.

tudinale Mittelfurche in zwei seitliche Hälften gesondert wird. Unter dem Mikroskope zeigte er bei zwei untersuchten Gehirnen, von denen wenigstens das eine sehr gut erhalten war, keine Spur von den großen gesonderten Nervenkörpern, wie wir sie aus den elektrischen Lappen des Zitterrochens angeführt haben. Es könnte nun auf den ersten Blick scheinen, als zeugte dieses gegen seine Bedeutung als elektrischer Lappen. Dieses ist jedoch keineswegs der Fall. Offenbar entspricht den Lobis electricis der Torpedines oder den Lobis ventriculi quarti anderer Fische der Keule der Rautengrube des Menschen und der anderen Thiere, vorzüglich die Umgebung der sogenannten grauen oder runden Erhabenheit. Hier finden wir auch bei den höheren Geschöpfen und selbst bei dem Menschen einzelne centrale Nervenkörper, welche durch ihre Größe und Dichtigkeit an die Ganglienkugeln des peripherischen Nervensystems erinnern. Benutzt nun die Natur diese Gegend, um sie zum Centralorgan des Elektricitätapparates zu machen, so vergrößert sie diese ausgezeichneten centralen Nervenkörper quantitativ und qualitiv. Es ist jedoch nicht zu läugnen, daß hier noch ein eigenthümliches Verhalten stattfindet, da die Lobi ventriculi quarti der Chimaera monstrosa, welche ebenfalls sehr groß sind, nicht zu ihrem größten Theile aus jenen colossalen Nervenkörpern bestehen. Das Mesencephalon der übrigen aalartigen Fische hat aber überhaupt keine so großen Ganglienkugeln. Wenn daher auch die Natur einen Theil desselben den hinzukommenden peripherischen elektrischen Organen entsprechend vergrößert und zu dem elektrischen Lappen umwandelt, so geht sie doch durch dieses Specialverhältniß von ihrem allgemeineren Typus nicht ab und schafft keine so isolirten Nervenkörper in dem Lobus electricus.

Die elektrischen Schläge des Gymnotus sind bei weitem stärker, als die des Zitterrochen und vermögen, wenn sie sich rasch hintereinander wiederholen, sogar Pferde zu betäuben. Nach der blühenden und berühmten Schilderung Alex. von Humboldt's benutzt man diesen Umstand auch, um dieser Thiere ohne Schaden habhaft werden zu können. Die Pferde werden in das Wasser, in welchem sich die Zitteraale in zahlreicher Menge vorfinden, hineingetrieben. Die Gymnoti, hierdurch aufgeregt, entladen sich so häufig und so rasch hinter einander, daß ihre Schlagkraft bald erschöpft wird, und daß sie dann ohne Gefahr von Menschenhänden eingefangen werden können. Nach einiger Zeit tritt ihre frühere Entladungskraft wieder ein. Um zu schlagen, hat das Thier nicht nöthig, irgend eine Körperbewegung zu machen. Nicht an seinen etwa veränderten Stellungen oder Bewegungen, sondern an den Folgen der Schläge, wenn diese einen Menschen oder ein anderes thierisches Wesen getroffen, merkt man, daß eine Entladung vor sich gegangen. Nur wenn der Gymnotus sich anschickt, einen anderen Fisch zu tödten, bereitet er sich durch Bewegungen vor. Er krümmt seinen Körper bogenförmig und bildet da einen unvollständig geschlossenen Kreis, innerhalb welchen das ausersehene Opfer sich befindet. Ohne neue Bewegung entladet er sich nun, und sogleich, wie vom Blitze getroffen, wendet der getroffene Fisch den Bauch nach oben und ist dahin. Deutlich hat es der Zitteraal in seiner Gewalt, entweder nur einen Theil oder den ganzen elektrischen Apparat zu entladen. Ob er, wie allgemein behauptet wird, auch die Fähigkeit hat, seine Schläge nach einer bestimmten Richtung hin zu entsenden, oder ob dieses nur durch seine vorher eingenommene Stellung und combinirte partielle oder totale Entladungen geschehe, scheint mir noch durch künftige Beobachtungen genauer festgestellt werden zu müssen. Dagegen giebt der Fisch entschieden nicht auf jeden Hautreiz elektrische Schläge. Hielten ihn Alex.

v. Humboldt bei dem Kopfe, Bonpland am Schwanze, oder umgekehrt, so wurde bisweilen der Eine, nicht aber der Andere, vielleicht eben durch partielle Entladung elektrisirt. Hierher gehört auch, daß der Fisch gewissermaßen fühlt, wo er seine Schläge anzubringen habe oder nicht. Ist er sehr gereizt, so schlägt er fast bei jeder Berührung. Ist dieses aber nicht der Fall, so entladet er sich nicht, sobald der Contact durch Metall geschieht, während Berührung mit dem Finger Entladung hervorruft. Wie bei den Zitterrochen, so giebt es auch hier directe und Reflexentladungen. Die letzteren entstehen besonders nach Hautreizen, vorzüglich der Bauchseite, der Flossen, der Kiemendeckel. Auch in diesen Fällen kann, wie die Erfahrungen von Alex. von Humboldt und Bonpland lehren, von den beiden Personen, welche den Zitteraal berühren, z. B. derjenige, welcher den Schwanz hält, den Schlag empfangen, während der, welcher die Hautstellen kitzelt, nichts verspürt. Selbst wenn man den Fisch mit zwei metallischen Körpern, die nur sechs Linien von einander entfernt sind, berührt, so hat er noch das Vermögen, den Schlag nur durch den Einen hindurch zu ertheilen. Im Allgemeinen fallen die Schläge um so stärker aus, je weiter die beiden Berührungspunkte von einander entfernt sind, also wenn die eine Hand den Kopf, die andere das Schwanzende faßt. Erfolgt der unmittelbare Contact mittelst metallischer Conductoren, die andererseits mittelst der trockenen Hände gehalten werden, so erhält man keinen Schlag, während eine zweite Person, welche ihre Hände in dem den Gymnotus umgebenden Wasser hält, nach Faraday, elektrisirt wird. Die menschliche Haut wirkt also hier als Isolator, wie wir dieses noch in der Folge bei Gelegenheit der contactelektrischen Verhältnisse werden bestätigen können. Bei befeuchteten Händen fühlt man auch die Entladungen bei mittelbarer Berührung durch metallische Leiter. Bei Eintauchen von Körpertheilen in das den Zitteraal umgebende Wasser wird, nach Faraday, die Entladung nur in den untergetauchten Theilen percipirt. Der Schlag ist bei unmittelbarer Application der Hände an den Fisch am stärksten und wird um so schwächer, je weiter sie von demselben entfernt gehalten werden. Nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Faraday und Schönbein ist im Momente der Entladung der Kopf positiv, der Schwanz negativ. Jeder Theil des Fisches erscheint im Allgemeinen in Verhältniß zu einem vor ihm liegenden Theile negativ, und in Hinsicht auf den hinter ihm liegenden Theil positiv. Es geht also während der Entladung ein positiver Strom centrifugal von dem Kopfe nach dem Schwanze. Dieses stimmt in zwiefacher Beziehung sehr schön: 1) Bei dem Zitterrochen, wo die Säulen senkrecht stehen, und die Septa horizontal liegen, geht die positive Strömung von der Rücken- zur Bauchfläche. Bei dem Zitteraale, wo die Säulen der oberen Organe horizontal liegen und die Platten senkrecht stehen, findet sie von dem Kopfe nach dem Schwanze Statt. Die Säulen des Gymnotus gleichen also nach vorn umgelegten Säulen des Torpedo, bei welchen die Rückenfläche zur Vorderfläche geworden. 2) Wir wissen, daß bei der, durch einen elektrischen Strom erregten magnetischen Strömung die Ebene der letztern die des ersteren senkrecht schneidet. Da nun die Endplexus der Nerven des elektrischen Organs den Septis parallel liegen, so laufen auch die bei dem Zitterrochen horizontal, bei dem Zitteraal senkrecht. Nun geht der positive Strom bei dem erstern von oben nach unten, der negative von unten nach oben, während bei dem letztern die positive Strömung von vorn nach hinten, die negative von hinten nach vorn geht. Hieraus folgt, daß bei beiden elektrischen Fischen die elektrische Strömung auf der Strömung

des Nervenfluidums senkrecht steht, und daß sich die erstere in dieser Beziehung zur letzteren, wie die erregte magnetische zu der erregenden elektrischen Strömung verhält.

Auch die elektrischen Schläge des Gymnotus haben die Eigenschaften der gewöhnlichen Elektricität. 1) Die durch sie wahrgenommene Empfindung ist die ähnliche. 2) Schon Walsh, Pringle, Magellan, Ingenhouß in älterer, und Faraday und Schönbein in neuester Zeit sahen im Momente der Entladung Funkenbildung. 3) Eben so wirken nach Faraday und Schönbein die Schläge auf das Elektrometer, und 4) lenken die Nadel eines Galvanometers bedeutend ab. Eine in dem inducirten Entladungsstrome befindliche Stahlnadel wird magnetisch. 5) Die Entladungen werden, wie schon erwähnt, durch Conductoren fortgepflanzt, durch Isolatoren isolirt. 6) Die von Faraday mit dem Elektrothermometer angestellten Versuche fielen negativ aus. Dagegen wollte Gassiot eine Temperaturerhöhung von 1° — 2° wahrgenommen haben. 7) Die Zersetzung des Jodkaliums gelingt leicht. Hierbei nahmen Schönbein und Watkins, wie schon angeführt wurde, bisweilen einen Funken wahr, während gewöhnliche elektrochemische Zersetzungen von keiner Funkenbildung begleitet sind.

Eigentlich physiologische Versuche sind bis jetzt an dem Zitteraale fast gar nicht angestellt worden. Nach der Enthauptung des Thieres sah Alex. von Humboldt, obwohl sich an dem Kopfe der Mund von selbst öffnete und schloß, doch durch galvanischen Reiz keine Zuckungen in den Muskeln des Kopfes, des Rumpfes und des Schwanzes entstehen, während das Herz auf den Galvanismus reagirte. Der genannte Forscher fand dasselbe auch bei dem brasilianischen Zitterrochen, nicht aber bei dortigen, nicht elektrischen Thieren. Da sich jedoch europäische Zitterrochen gegen den galvanischen Reiz empfindlich zeigen, so steht es noch dahin, ob nicht hier Zufälligkeiten obwalteten.

C. Der Zitterwels (Malapterurus s. Silurus electricus). Dieser Zitterfisch ist schon bei weitem weniger gekannt, als der Zitterrochen und der Zitteraal. Physiologische und physikalische Versuche sind noch gar nicht an ihm angestellt worden, und selbst die anatomischen Beobachtungen, welche Geoffroy St. Hilaire, Vater und Sohn, Rudolphi, Joh. Müller und Valenciennes geliefert haben, reichen nur hin, einen ungefähren Begriff von seinen elektrischen Organen zu geben, während die Verhältnisse seiner Nerven nur wenig, die seines centralen Nervensystemes gar nicht gekannt sind. Unmittelbar unter der äußern Haut und ihr fast anhaftend, erstrecken sich von der Stirn und den Kiemen bis zur Afterflosse die beiden durch eine Aponeurose getrennten elektrischen Apparate. Das äußere liegt unter dem Corium, das innere über der Muskelschicht. Jenes besteht aus kleinen rautenförmigen, unter der Lupe sichtbaren Zellen. Dieses scheint ebenfalls zellig und flockig zu sein. Jenes erhält seine Nerven vom N. vagus, der unter der Aponeurosis intermedia einhergeht, und diese mit seinen Zweigen durchbohrt. Das innere empfängt sehr feine Reiser von den Intercostalnerven. Da ich keine Gelegenheit hatte, einen Zitterwels selbst zu untersuchen, so habe ich die Beschreibung nach Rudolphi, Joh. Müller und Valenciennes entworfen. Nach Forskal sollen sich seine elektrischen Wirkungen auf den Schwanz beschränken.

D. Tetrodon electricus. Seine ganze Anwartschaft, unter die elektrischen Fische gestellt zu werden, beruht auf der Mittheilung von Paterson. Dieser Forscher nämlich erhielt mit seinen Begleitern, als sie unter 12° 13′ südlicher Breite den 7″ langen Fisch fingen, verhältnißmäßig heftige elektrische Schläge. Diese Nachricht datirt sich vom Jahre 1786.

E. Trichiurus electricus. Auch über diesen existirt nur die vom Jahre 1682 herrührende Mittheilung von Nieuwhoff. Es sollen Menschen, welche ihn tödten oder ausweiden, von einer kurzen Erstarrung befallen werden. Seine Rolle als Zitterfisch ist noch sehr zweifelhaft. Nach Rudolphi steht es noch dahin, ob er von Trichiurus lepturus verschieden sei.

Sind nun aber die elektrischen Arten Tetrodon und Trichiurus noch sehr dubiös oder mindestens sehr unbekannt, so ist, meiner Ueberzeugung nach, Rhinobatus electricus aus dem Verzeichnisse der elektrischen Thiere gänzlich zu streichen. Schon Rudolphi konnte bei dem Exemplare der Bloch'schen Sammlung keine elektrischen Organe auffinden. Mir gelang dieses bei einem andren Exemplare eben so wenig. Der vordere spitze Schnauzentheil enthält zwar ein lockeres, aus einander durchkreuzenden Sehnenfasern bestehendes Gewebe. Es ist aber dasselbe, was auch bei den übrigen gewöhnlichen Rochen vorkommt. Das Gehirn schien auch ganz rochenähnlich zu sein. Die Nachricht von Marcgrav, nach welcher ihm elektrische Eigenschaften zugeschrieben werden, bezieht sich vielleicht auf Narcine.

Es liegt zwar nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen kein bestimmter Grund vor, weshalb diejenigen Geschöpfe, welche elektrische Organe besitzen, nur Fische sein sollten. Wenn auch bei Thieren mit trockener Haut diese als Isolator die Fortführung der Elektricität nach außen hindern sollte, so blieben noch Reptilien, Wasserthiere höherer Klassen, so wie wirbellose Thiere genug übrig, bei welchen dieser Uebelstand hinwegfiele. Uebrigens tritt gerade bei den Zitterrochen und Zitteraalen in dieser Beziehung ein eigenes, noch nicht klares Verhältniß entgegen. Nach der ganz richtigen Bemerkung von Alex. von Humboldt, ist das System der sogenannten Schleimkanäle bei den erwähnten Zitterfischen stark entwickelt. Der Schleim ist aber bisweilen theilweise isolirend, leitet wenigstens stets weniger, als Flußwasser und Meerwasser. Allein diesem sei, wie ihm wolle, so kennen wir mit Sicherheit kein elektrisches Thier, welches zu einer anderen Klasse, als der der Fische gehörte. Daß auf die Nachricht einer elektrischen Mantis von Marcgrav nicht zu gehen sei, hat schon Rudolphi mit Recht nachgewiesen. Die von Treviranus angeführte elektrische Wirkung eines Alcyonium bursa beruht wahrscheinlich auf einer Verwechselung mit dem Nesseln, welches nicht bloß den Medusen, sondern auch einzelnen Polypen zukommt. Wie es sich mit dem von Yarrell in neuester Zeit erwähnten, aus dem tropischen Amerika stammenden großen Schmetterlinge, der elektrische Schläge austheilen soll, verhalte, muß die Zukunft lehren.

Bevor wir zu den allgemeinen Theorieen über die Wirkungsweise der elektrischen Organe übergehen, müssen wir eine Reihe von Eigenthümlichkeiten hervorheben, welche bei jeder Vorstellungsweise über die Entladungen unerklärt bleiben. 1) Obgleich die Zitterfische, wenigstens bestimmt die Zitterrochen, für galvanische Reize gleich anderen Thieren empfänglich sind, so werden sie doch durch ihre Entladungen der elektrischen Organe nicht zu Muskelcontractionen angeregt. Ein Theil des elektrischen Schlages des unpaaren elektrischen Organs des Zitteraals muß, wenn er nach außen drin-

gen soll, durch die Muskulatur der Schwanzflosse hindurchgehen. Dessen ungeachtet wird diese im Entladungsmoment dadurch nicht bewegt. 2) Gleichartige Zitterfische sind für die von ihren Genossen ertheilten Schläge unempfindlich. Während die in den Fluß getriebenen Pferde durch die Schläge der Zitteraale betäubt werden, ist dieses mit den in demselben Wasser befindlichen Gymnotis nicht der Fall. 3) Ob gleich alle thierischen Theile und auch die elektrischen Organe, so wie der übrige Körper des Zitterfisches mit Flüssigkeiten durchtränkt sind, so findet doch keine Zerstreuung des elektrischen Stromes Statt. Wir mögen vielmehr uns die Elektricitätsentladung denken, wie wir wollen, so müssen wir doch immer gewissen Theilen des elektrischen Apparates Isolationskräfte zuschreiben. Die Angabe dagegen, daß die Zitterfische, vorzüglich der Zitteraal, nach Willkühr seine Schläge leiten könne, haben wir schon oben beleuchtet. Es beruhet diese scheinbare Fähigkeit wahrscheinlich darauf, daß das Thier nach Anregung seines centralen Nervensystems, sei es durch den Willen, sei es durch äußere Reize, den elektrischen Apparat total oder partiell und local entladen kann. Dieses aber gleicht der Fähigkeit anderer Thiere, einzelne Muskeln oder Gruppen derselben zusammenzuziehen, vollkommen. Wir wollen nun die wesentlichsten früheren Theorien der Entladung der elektrischen Organe durchgehen und hierauf diejenige, welche sich uns nach den gegenwärtigen Kenntnissen am wahrscheinlichsten darstellt, anführen.

1) Nur wenige Forscher theilten die Ansicht, daß die Elektricität nicht in den elektrischen Organen erzeugt werde. Matteucci sprach sich in neuester Zeit dahin aus, daß sie in dem Gehirn, in specie in den elektrischen Lappen erzeugt und nur durch die elektrischen Nerven und die elektrischen Organe nach außen geführt werde. Mit Recht hat sich schon Joh. Müller gegen diese Ansicht ausgesprochen. Wäre sie richtig, so müßten noch nach Durchschneidung der elektrischen Nerven Reizungen der centralen Theile der letzteren oder der elektrischen Lappen Schläge hervorrufen. Elektricitätsentladungen ohne die elektrischen Organe annehmen, hieße eben so viel als Muskelcontractionen ohne Muskeln statuiren.

2) Vor der Entdeckung der galvanischen Elektricität dachte man vorzüglich an die Leidener Flaschen — eine Ansicht, die später wieder verlassen worden ist, zu welcher sich aber in neuester Zeit, wie es scheint, Delle Chiaje hinneigte. Es müßte hier das Gehirn wieder das die Elektricität erregende Organ sein. Die Organe müßten sich in einer permanenten Ladung befinden, und es wäre ein bloßes Schlagen nach Willkühr kaum möglich.

3) Nach der Entdeckung des Galvanismus lag es nahe, die Säulen mit ihren Septis, galvanischen Säulen mit ihren Plattenpaaren zu vergleichen. Daß die Rudolphi'sche Ansicht, daß die Säulen des Torpedo gewöhnlichen galvanischen Säulen, die des Gymnotus Trogapparaten entsprechen, nicht ganz stricte zu nehmen sei, haben wir schon oben angeführt. Die meisten Autoren begnügten sich nun, die elektrischen Apparate überhaupt mit fertigen galvanischen Säulen zu vergleichen, ohne in die Details ihrer Wirkungsweise einzugehen. Moser [1]) stellte folgende eigenthümliche Deduction auf: »Da keine galvanische Säule ohne Veränderung der Körper bekannt ist, so »sei vorauszusetzen, daß die in den Zellen der elektrischen Organe vorhan»dene Flüssigkeit auf die Nervensubstanz verändernd einwirke. Dafür spreche »die Beobachtung John Davy's, daß die innere Substanz der Nervenpri-

[1]) Repertorium der Physik. Berlin 1837. 8. S. 251.

»mitivfasern kein Continuum bilde, sondern aus Stücken mit kleinen Zwi-»schenräumen bestand und wie geronnen erschien. Würden Muskelfasern »in dem Organe enthalten sein, so würde der Fisch in dem Moment, wo er »den Schlag ertheilt, ebenfalls einen solchen erhalten. Allein nach den Un-»tersuchungen von J. Davy (u. R. Wagner)[1]) besitzt das Organ keine »solchen.« Abgesehen von der ebenfalls hier wiederkehrenden Annahme einer permanenten Säule lehren anatomische und physiologische Untersuchungen, daß die Primitivfasern der elektrischen Nerven mit den gewöhnlichen Nervenprimitivfasern ihrem Baue nach übereinstimmen. Der Schluß in Betreff der Abwesenheit der Muskelfasern in dem elektrischen Organe fällt aus zwei Gründen. Denn 1) haben wir gesehen, daß sich durch die Entladung auch die übrigen Muskeln des Zitterfisches nicht contrahiren, und 2) könnte, selbst wenn dieses geschähe, durch den positiven centrifugalen Strom der Entladung an und für sich eben so wenig Empfindung sich erzeugen, als wir bei der Muskelcontraction Schmerz haben. Nur centripetale Ströme oder sehr heftige Schläge könnten von Empfindungen begleitet werden.

Bei der Theorie der Wirkung der Zitterfische, deren elektrische Organe wir galvanischen Batterien parallelisiren, müssen wir von vorn herein von dem Grundsatz ausgehen, daß jedes elektrische Organ keine vollständige galvanische Batterie ist. Denn wäre dieses der Fall, so müßte der Fisch fortwährend schlagen. Jede beliebige Verbindung desselben an zwei Punkten müßte sogleich Entladung zur Folge haben. Eben so wenig, wie bei der galvanischen Säule, hinge diese Wirkung von etwas Anderem, als von der Erfüllung der genannten äußern Bedingung ab. Bei den elektrischen Fischen tritt dieses keineswegs ein. Von dem Willen des Thiers hängt es ab, ob es schlagen will oder nicht, ob sich sein ganzer elektrischer Apparat oder nur ein Theil desselben entladen soll. Wir haben ferner gesehen, daß zu diesem Zwecke, wie in den motorischen Nervenprimitivfasern behuf der Muskelcontraction, so in den elektrischen Nerven das Nervenfluidum centrifugal bis zu deren peripherischen Enden strömt. Hier tritt es in die Septa des elektrischen Organs aus. In demselben Momente erfolgt auch die Entladung. Aus diesen Thatsachen ergiebt sich aber folgendes Axiom:

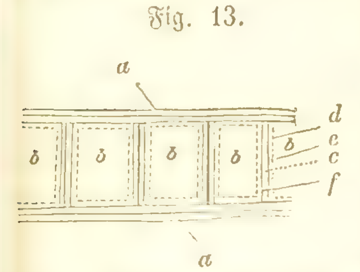
Die elektrischen Apparate der Zitterfische können unmöglich fertigen elektrischen Batterien, die, sobald ihre beiden Endpole in leitende Verbindung treten, an dem Leiter elektrothermisch, elektromagnetisch, elektrochemisch und elektrophysiologisch wirken, gleichen. Sie entsprechen vielmehr unvollständigen galvanischen Batterien, denen im Zustande der Ruhe ein Element zur Ausübung der genannten Wirkungen fehlt. Will der Fisch schlagen, so entsteht von den elektrischen Lappen, durch die centralen und peripherischen elektrischen Nervenprimitivfasern eine centrifugale Strömung des Nervenfluidums. Dieses tritt dann an den Endplexus der elektrischen Nerven in den entsprechenden Theilen des elektrischen Organs (innerhalb der Septa desselben) aus, bildet das fehlende Element, vervollständigt die Batterie und setzt sie in den Stand, sogleich und so lange der Austritt des Nervenfluidums dauert, unter den genannten geeigneten phy-

[1]) Lehrbuch der vergl. Anatomie. S. 418.

sikalischen Voraussetzungen thermisch, magnetisch, chemisch und physiologisch zu wirken.

Während wir das eben Gesagte nur dann, wenn die elektrischen Organe keine galvanischen Batterien wären, und selbst in diesem Falle noch nicht gänzlich fallen lassen müßten, so bleiben in Betreff der Bestimmung der Natur des Fehlenden und durch die Ausströmung des Nervenfluidums momentan gelieferten Elements zwei Möglichkeiten übrig. Es ist nämlich entweder der eine Elektricitätserreger oder der feuchte Leiter. Um hierüber näher einzutreten, müssen wir uns aus dem anatomischen Baue der elektrischen Organe den Typus der einzelnen Glieder der galvanischen Säule vergegenwärtigen. Dieser ist aber, wie wir oben gesehen haben, bei dem Zitterrochen und dem Zitteraale wesentlich derselbe. Wir haben ihn in Fig. 13 bildlich dargestellt. *a a* sind die, die Säulen trennenden aponeurotischen Scheidewände, *b b b b b* die in den einzelnen Zellenräumen oder Kästchen der Säule enthaltene Flüssigkeit, welche durch die Septa in ihren Zellenportionen vollständig isolirt wird. Die punktirten Linien *c* bezeichnen die Verbreitung des Epitheliums, *d e f* die Elemente des Septums außer dem genannten Epithelium und zwar *d* die unter dem Epithelium verlaufenden Blutgefäße, *e* die Grundmembran oder die Grundsubstanz des Septum, die verdünnte Fortsetzung der größeren, die Säule isolirenden aponeurotischen Scheidewände, *f* die Schicht der Endplexus der Nerven. Nehmen wir nun an, daß die Nerven den einen Erreger bilden, so würde in den übrigen Theilen des Septum der andere Erreger, in der Flüssigkeit der feuchte Leiter liegen. Vollständiger können wir aber die Theorie durchführen, wenn wir für das ausströmende Nervenfluidum die Rolle des Leiters in Anspruch nehmen. Betrachten wir die aponeurotischen Scheidewände, welche die einzelnen Säulen trennen, als Isolatoren, so müssen die Grundmembranen der Septa als die verdünnten Fortsetzungen derselben auch isolirend wirken. Wie also die Flüssigkeit und die Epithelialformation jedes Zellenraumes anatomisch abgeschnitten ist, so würde auch jede Zelle im Momente der Ruhe für sich isolirt sein. Die Erreger wären die Flüssigkeit und die Epithelialformation mit oder ohne das in den Capillarnetzen der Septa strömende Blut und die aus diesem hervortretende Ernährungsflüssigkeit. Wir hätten also auf diese Art keine zusammenhängende Batterie, sondern nur eine sehr große Zahl von Partialketten, gleichsam von galvanischen Kästchen, welche in isolirenden Kästchen eingeschlossen wären. Im Momente der Entladung wirkten die Ausströmungen des Nervenfluidums leitend, und heben so die durch die Grundmembran der Septa bedingte Isolirung auf. Die vielen isolirten Partialketten würden auf diese Art in Einem Momente in Verbindung gesetzt, und zu einer schlagenden Batterie verwandelt. Hört dagegen die Nervenströmung auf, so kehren sie in den alten Zustand der Partialketten zurück. Die elektrische Spannung einer einzelnen dieser Partialketten ist aber sicher zu klein, um irgend unmittelbar wahrgenommen zu werden. Die größeren aponeurotischen Scheidewände würden im Momente der Ruhe den Glasstäben, welche eine galvanische Säule zusammenhalten, verglichen werden können. Man könnte sich aber auch denken, daß bei starken Entladungen auch sie ihre Isolation aufgeben und die einzelnen Säulen zu Columnen

Fig. 13.



mit größeren Septis oder Plattenpaaren verbänden, wenn nicht die abwechselnde Stellung der letzteren dieser Vorstellung Schwierigkeiten in den Weg legten. Die sehnigte Hülle, welche die elektrischen Organe, vorzüglich des Zitteraals und des Zitterwelses, haben, würde die Batterien zusammenhalten und durch Compression den Contact inniger machen.

Nehmen wir nun eine elektrische Spannung zwischen der Flüssigkeit und dem Epithelialüberzuge der geschlossenen Zellen der Partialketten des elektrischen Organs an, so ist es von Interesse, die Oberfläche, welche in Spannung tritt, ungefähr zu schätzen. Lacepède bestimmte diese bei einem Torpedo von gewöhnlicher Größe auf 58, bei einem Gymnotus von 4 Fuß Länge auf 123 Quadratfuß. Schon wenn man die kleinen elektrischen Organe des Zitterrochen mit den großen des Zitteraals vergleicht, ergiebt sich, daß diese Zahlen, selbst entfernt annähernd, unmöglich richtig sein können. Um hier etwas Sichereres zu haben, müssen wir die mittlere Oberfläche jedes Septums und die mittlere Distanzfläche von je zwei Septis bestimmen. Man sieht nach dem in Fig. 13 gegebenen Schema, daß die doppelte Summe dieser beiden Größen die Oberfläche des Epithelialüberzuges Einer Zelle giebt. Bei dem oben erwähnten Torpedo galvanii von 10″ 5‴ Länge zeigte sich als mittlere Oberfläche eines Septum 1,44‴ Quadratlinie. Die mittlere Distanz zwischen je zwei Septis betrug 0,01‴ Quadratlinie; folglich die mittlere Distanzfläche 0,0012‴ Quadratlinie. Jede Zelle hatte daher eine mittere Berührungsoberfläche von 2,904‴ Quadratlinien. Da nun 125788 — 410 = 125378 Zellen in Einem elektrischen Organe vorhanden waren, so giebt dieses 36,4 Quadratfuß Berührungsoberfläche. Auf den gesammten elektrischen Apparat kämen dann 72,8 Quadratfuß Contactoberfläche. Nehmen wir für die mittlere Oberfläche jedes Septums des obern elektrischen Organs des Gymnotus 0,64‴ Quadratlinie und für jede Seitenwand der Zelle 0,05‴ Quadratlinie an, so haben wir für jeden Zellenraum 1,38‴ Quadratlinie Berührungsfläche. Da nun in jedem seitlichen Organ eines noch nicht ganz 4 Fuß langen Zitteraales 1996800 — 390 = 1996410 Zellen enthalten waren, so gäbe dieses 275,5 Quadratfuß Contactfläche. Auf beide seitlichen Organe kämen dann 551 Quadratfuß. Schlagen wir für die mittlere Oberfläche eines Septum des untern elektrischen Organs, wie es sich aus Messungen ergab, 0,72‴ Quadratlinie und für die mittlere Seitenfläche Einer Zelle 0,0028‴ Quadratlinie an, so erhält man für Eine Zelle 1,4456‴ Quadratlinie und für 160000 Septa 23,13 Quadratfuß Berührungsoberfläche. Der ganze elektrische Apparat hätte daher 574,13 Quadratfuß Contactfläche. Obwohl bei allen diesen Schätzungsberechnungen die Bestimmungen eher zu klein, als zu groß genommen worden, so resultiren doch daraus ihrer Größe nach sehr beträchtliche Zahlen. Verkleinert man sie aber auch noch so sehr, so erhellt so viel daraus, daß bei den Zitterfischen die Contactflächen so außerordentlich groß sind, daß die contactelektrische Spannung, wenn nur nicht die Elektricität durch die, die Organe des Zitterfisches durchtränkende Feuchtigkeit abgeleitet und zertheilt wird, bloß ein Minimum zu sein braucht, um durch die Batteriecombinationen ungeheuere Effecte hervorzubringen. Die letzteren könnten vielleicht, so bedeutend sie auch sind, nach den eben angestellten Berechnungen eher zu klein, als zu groß erscheinen. Offenbar geht ein Theil derselben durch das den Fisch umgebende Wasser verloren. Im Meerwasser wird dieser Verlust stärker ausfallen. Allein auch er hat seine bestimmten Grenzen. Neeff zeigte mir an seinem Magnetoelektrometer, daß, wenn

man die beiden Poldrähte in ein Bassin mit Wasser tauchte, die Wirkung in der Nähe der Drähte am stärksten war und nach der Peripherie hin in Wasser abnahm. Die beiden Drähte bildeten gleichsam die Längenachse einer galvanischen Wirkungsellipse. Etwas Aehnliches zeigt sich, wie schon angeführt wurde, nach Faraday, bei dem Zitteraale.

Da aber das ausströmende Nervenfluidum, welches die Batterien erzeugt, ein imponderables Agens ist, so erklärt sich hieraus, warum der Zitterroche im Momente der Entladung nicht an Volumen (und sicher auch nicht an Gewicht) zunimmt. Vielleicht daß auch die dargelegte Theorie einen Fingerzeig zur Erklärung der oben angeführten Thatsache, daß die Irritabilität der elektrischen Organe geringer, als die der Muskeln ist, an die Hand giebt. In beiden strömt das centrifugal geleitete Nervenfluidum in die entsprechenden peripherischen Organtheile aus. In den Muskeln trifft es eine Substanz, die sich, wenn sie eben von dem übrigen Körper getrennt ist, auch nach directen Reizen ohne Vermittelung des Nervenfluidums contrahiren zu können scheint. In den elektrischen Organen dagegen muß es entweder einen Erreger oder den Leiter bilden. Es muß daher dasselbe Quantum von Nervenfluidum leichter Muskelcontractionen, als elektrische Entladungen vermitteln können.

Aus dem Baue der elektrischen Organe ersehen wir aber endlich noch, daß die Natur es vorgezogen hat, sehr große Contactapparate in den elektrischen Organen aufzubauen, als ursprünglich geringere elektrische Wirkungen zu erzeugen und diese dann durch Condensation oder Multiplication zu verstärken. Eine sehr lange isolirte Spirale zu construiren, wäre ihr um so leichter gewesen, als bekanntlich der Stellung der meisten, wo nicht aller Gewebtheile die Spiral- oder Schraubenlinie zum Grunde liegt. Vielleicht daß aber dann die physiologischen Effecte der Batterien auf Kosten anderer, nicht beabsichtigter Wirkungen derselben vermindert worden wären.

II. Die bei den übrigen Thieren und dem Menschen bei Gelegenheit der verschiedenen functionellen Verhältnisse ihres Körpers zum Vorschein kommenden elektrischen Strömungen sind zwar bisjetzt von vielen Forschern untersucht worden. Dieses ganze Gebiet von Studien aber drehte sich größtentheils um die Aufstellung von Annahmen des Erscheinens elektrischer Strömungen durch vitale Processe, oder die Widerlegung solcher Hypothesen. Schon vor der Entdeckung des Galvanismus führten die Schnelligkeit der Elektricitätsleitung, die Lichtentwickelung, der elektrische Schlag, die Anwendung der Reibungselektricität zu heilkünstlerischen Zwecken zu einzelnen Vergleichungen der vitalen Erscheinungen mit den Phänomenen der Elektricität. Wie nämlich zu den verschiedenen Zeiten ähnliche Vorstellungen in dem relativen Zeitgewande wiederkehren, so war es auch hier der Fall. Man identificirte die Wirkungen des sogenannten Phlogiston mit denen der gemeinen Elektricität und hatte so einen Uebergang zu den vitalen Erscheinungen gewonnen. Allein auch damals erklärten sich schon besonnene Forscher, wie Cavallo[1]), gegen solche Annahmen. Der Umstand, daß die Contactelektricität durch die in dem Froschschenkel entstehenden Zuckungen zuerst wahrgenommen wurde, führte in der ersten Zeit, wie es schien, mit vollem Rechte zu der galvanischen Ansicht, daß im Momente der Contraction ein elektrisches Fluidum

---

[1]) Versuch über die Theorie und Anwendung der medicinischen Elektricität. Aus dem Englischen. Leipzig. 8. S. 13. 14.

von dem Nerven in den Muskel übergeführt werde, und daß die Application der Metalle, durch welche solche Convulsionen zur Erscheinung gebracht werden, auf die elektrische Flüssigkeit der Nerven nur anziehend wirke und es gleichsam aus den Nervenfasern in die Muskelfasern hinein hervorlocke. Die ersten zahlreichen Beobachtungen von Galvani, Volta, Alex. von Humboldt, Ritter, Pfaff, Vasalli-Candi, Creve, Nysten und vielen Anderen, betrafen auch vorzüglich die durch Contactelektricitätsverhältnisse an den Muskeln der Thiere, vorzüglich der Frösche, und des Menschen wahrnehmbaren galvanischen Phänomene. Als aber der Galvanismus durch Volta auf seinen wahren Standpunkt als Contactelektricität zurückgeführt wurde, als man zuerst erkannte, daß die merkwürdigsten Wirkungen der Berührungselektricität durch rein unorganische, einander elektrisch entgegengesetzte Körper erzeugt und an den auf andere unorganische Körper ausgeübten Wirkungen erkannt würden, und als man später zu der Einsicht kam, daß der Froschschenkel und andere thierische Theile nur die feinsten Elektroskope bildeten, stellten diese objectiv wissenschaftlichen Forschungen die Elektricitätsfrage der organischen Körper anders. Die früheren scheinbar so sichtlichen Beweise der durch Elektricität erzeugten vitalen Phänomene entbehrten wieder aller Stütze. Nichts desto weniger hatten bei Einzelnen die früheren Hypothesen so festen Fuß gefaßt, daß mehrere Physiologen ersten Ranges jener Zeiten, z. B. Prochaska, dennoch keinen Anstand nahmen, die Lebenserscheinungen und vorzüglich die Thätigkeit des in den Nerven strömenden Principes oder des Nervenfluidums oder Nervenagens mit der Elektricität zu identificiren. Allein theils der Mangel an objectiven Beweisen, theils die geringere Aufmerksamkeit, welche man, gleichsam erschlafft, im Gegensatz zu einer früheren Periode den organischen Elektricitätsströmungen zuwandte, ließ solche Ansichten immer mehr in den Hintergrund treten. Dazu kam noch, daß die zu jenen Zeiten über die Schläge der elektrischen Fische vorliegenden Thatsachen darauf hinzudeuten schienen, daß die durch diese Thiere entwickelte Elektricität von der unorganischen, sowohl der Reibungs-, als der Contactelektricität abwiche. Als wieder durch die Entdeckung des Elektromagnetismus die Aufmerksamkeit der Physiker auf die gegenseitige Erregung der allgemeinen Naturagentien gelenkt worden, als man zuerst wieder geneigt wurde, Elektricität und Magnetismus zu identificiren, mußte auch die Idee, daß das elektrische Fluidum und das Nervenfluidum identisch seien, von Neuem hervortreten. Prevost und Dumas stellten eine zum Theil auf ihre mikroskopischen Untersuchungen basirte Hypothese, wie durch eine centrifugale, in den Nerven erscheinende, elektrische Strömung die Muskelcontraction zu Stande komme, auf. Einen größeren Aufschwung erlangte aber das Bemühen, in dem lebenden Körper galvanische Strömungen nachzuweisen, mit der Entdeckung des Schweigger'schen Multiplicators oder des Galvanometers. Die durch Application der beiden Poldrähte des Instrumentes an zwei heterogene Theile eines lebenden oder todten Thieres zu erzeugenden Abweichungen der Magnetnadel wurden bald constatirt. Es wiederholte sich nun in neuerer und neuester Zeit der ziemlich unfruchtbare Streit, ob diese Strömungen oder gewisse Modificationen derselben Folgen der Lebenserscheinungen oder rein physikalische Phänomene seien. David, Donné, und in neuester Zeit Puccinotti und Pacinotti, Zandeteschi und Forio wollten sie als Folgen vitaler Thätigkeit betrachten, während Joh. Müller, Sterneberg, der Verfasser, Matteucci, die Commission der Turiner naturforschenden Ge-

sellschaft, Beruti und Bischoff und Joly mit Recht in den dann zum Vorschein kommenden Phänomenen nur physikalisch-chemische Aeußerungen fanden. Die Entdeckung des Thermomagnetismus gab natürlich auch Gelegenheit, die durch Eigenwärme der Thiere und des Menschen und die verschiedenen Theile derselben entstehenden elektrischen und magnetischen Ströme darzustellen. — Punkte, welchen besonders Breschet, Becquerel und Dutrochet ihre Studien zuwandten. Bei diesen ganzen Versuchen, welche mit Ausnahme der letzteren mehr auf negative, als auf positive Resultate hinauslaufen, richtet sich der Werth der Beobachtungen nach der Empfindlichkeit des zum Experimentiren gebrauchten Galvanometers und der in Betreff der Leitungsdrähte und bei der Ausführung des Versuches überhaupt angewandten Vorsichtsmaßregeln. Es giebt vielleicht kein Feld physikalischer und physiologischer Experimente, welches mehr Delikatesse und mehr Berücksichtigung bei dem Handeln erfordert, als dieses. Die kleinsten Umstände wirken störend oder ändernd. Auch bei der größten Vorsicht und unter scheinbar sehr gleichen Verhältnissen hat man entgegengesetzte Resultate. Um daher über alle hier in Betracht kommenden Punkte ein Urtheil vorzubereiten und sicherere Sätze, so weit es der gegenwärtige Zustand der Physik erlaubt, zu gewinnen, schien es mir nothwendig, fast sämmtliche hieher gehörenden Experimente zu wiederholen. So viel wie ich weiß, waren die empfindlichsten Galvanometer, welche man (Breschet, Becquerel, Matteucci und Dutrochet) bis jetzt zu solchen Untersuchungen gebraucht hatte, Gourjon'sche mit 2500 Windungen. Durch die Güte meines Collegen, Prof. Brunner, konnte ich ein Schröder'sches Galvanometer von 3300 Windungen benutzen. Da alles Kupfer mit etwas Eisen verunreinigt ist, so waren bei dem Instrumente die dann nothwendigen Störungen durch den Erdmagnetismus durch kleine mit Firniß aufgeklebte Eisenstückchen aufgehoben. Ueber den beiden astatischen Nadeln schwang eine feine Silbernadel als Zeiger. Die Zapfen, an welche die Kupferdrähte des Galvanometers angelöthet waren, wurden von Zeit zu Zeit, um jede Spur sich bildenden kohlensauren Kupferoxydes zu entfernen, mit Schmirgelpapier abgerieben. Unten wurden sie zu besserer Schließung bei den zu erzählenden Versuchen mit der leichtflüssigen Metallmischung umgossen. Bei denjenigen Experimenten, bei welchen nicht ausdrücklich Veränderungen angegeben sind, waren die Näpfchen der Kupferbügel mit Quecksilber oder bei Anwendung von Zinkplatten als Leiter mit ziemlich gesättigtem Zinkamalgam gefüllt. Die Empfindlichkeit des Instrumentes war auch so groß, daß, wenn man zur Leitung Platindrähte gebrauchte, die bloße Eintauchung der beiden mit Glaspincetten gefaßten Leitungsdrähte in ein mit destillirtem Wasser gefülltes Gefäß eine Abweichung der Magnetnadel, die selbst bisweilen bis 5° — 8° stieg, in der Regel aber 1° — 3° betrug, erzeugte. Ein einfaches Zink-Kupferplattenpaar von Einer Quadratlinie Durchmesser drehte die Nadel im Kreise herum.

Die hier in Untersuchung kommenden Ströme zerfallen in drei Klassen 1) Contactelektrische oder minder gut bezeichnet, chemisch-elektrische. 2) Thermoelektrische und 3) vital-elektrische. Bei den contactelektrischen werden die beiden Leitungsdrähte des Galvanometers durch zwei verschiedene Punkte des thierischen Körpers geschlossen. Der letztere kann daher entweder nur als feuchter Leiter oder als solcher und als Elektricitätserreger wirken. Wir werden ihn in beiden Rollen antreffen. Bei den thermoelektrischen Versuchen muß man, um notable und constante Resultate zu erhalten, die Leitungs-

drähte selbst so anordnen, daß sie, an die Quecksilbernäpfchen des Galvanometers applicirt, eine geschlossene Kette erzeugen. Man löthet daher die beiden freien Enden von zwei Platin- oder Kupfer- oder Zinkdrähten mit den beiden Enden eines Eisendrahtes zusammen. Ist die eine Löthstelle höher temperirt, als die andere, so entsteht eine Abweichung der Magnetnadel. Daß man auf diese Art die Temperatur eines thierischen Körpers mit der eines anderen und die Wärme der verschiedenen thierischen Theile unter einander vergleichen könne, versteht sich von selbst. Bei der Aufsuchung vital-elektrischer Strömungen sucht man, mehr von dunkelen Ahnungen, als durch sichere Principien geleitet, beide Methoden mit mannigfachen Modificationen in Anwendung zu bringen.

1) Contactelektrische Strömungen. Hier werden also die beiden sonst nicht geschlossenen Leitungsdrähte des Galvanometers an verschiedene Hautstellen oder innere Theile applicirt. Ist der Theil natürlich oder künstlich durchfeuchtet, so entsteht fast immer eine mehr oder minder große, oft bei zwei auf einander folgenden Experimenten in Größe und und bisweilen selbst in der Richtung variirende Abweichung. Sind die Theile trocken, so verschwinden die Declinationen fast immer gänzlich oder sind selbst in den wenigen Ausnahmsfällen äußerst klein. Die Variationen hängen übrigens außer kleinen untergeordneten, kaum zu berechnenden Umständen von der Natur und der Form der Leitungsdrähte und der elektrischen und chemischen Spannung der letzteren gegen das Quecksilber und die thierischen Theile ab. Eine sehr nothwendige Vorsichtsmaßregel besteht noch darin, daß beide Leitungsdrähte genau dieselbe Größe und Masse haben. Findet Ungleichheit Statt, so erhält schon dadurch die Magnetnadel die Tendenz nach der Seite hin, wo der kürzere und weniger massige Draht sich befindet, abzuweichen. Bei scheinbar noch unbedeutender Ungleichheit der Leiter wird diese Störung so groß, daß die Magnetnadel immer in bezeichneter Richtung hin declinirt und daß alle durch die thierischen Theile erzeugten Strömungen auf diese Art gar nicht oder getrübt zum Vorschein kommen. Es wurden daher die beiden Leitungen nicht nur der Größe nach gleich abgemessen, sondern auch auf einer chemischen Wage genau tarirt. Der Frosch wurde in einem Korkrahmen mit gewichster Seide schwebend aufgespannt und so isolirt erhalten. Die Schließung geschah natürlicher Weise mit Glaspincetten. Eine über den in dieser Beziehung stattfindenden Werth der verschiedenen als Leitungen angewandten Metalle gemachte Versuchsreihe ergab z. B.

	Schließung der beiden Galvanometernäpfe durch einen Bogen.	Eintauchen der beiden Leiter in destillirtes Wasser.	Application der beiden Leiter an die Mundspitze und den rechten Fußballen eines und desselben Frosches.
1) Platindraht	— 2°	+ 4°	— 6°
2) Platinblech	0°	+ 4°	— 5°
3) Uebersilberter Kupferdraht .	— 0,5°	— 24°	+ 14°
4) Messingdrähte	— 1°	+ 9°	— 6°
5) Ausgeglühter Stahldraht .	— 1°	— 12°	+ 3°
6) Zinkblech	— 1,5°	— 19°	— 21°

Hieraus erhellt, daß übersilberter Kupferdraht und Zinkblech unter den geprüften Metallen die größten Abweichungen ergeben — Data, die sich auch bei ferneren Versuchen bestätigten. Will man alle durch Amalgamirung und Oxydation des metallischen Leitungsstückes entstehenden Nebenverhältnisse vermeiden, so muß man mit dem Platin experimentiren, ist aber dann freilich genöthigt, auf die Erkenntniß kleiner Differenzen zu verzichten, weil einerseits der chemische Proceß fast Null ist und anderseits die Leitungsfähigkeit des Platins für elektrische Ströme nicht sehr hoch steht. Es läßt sich schon theoretisch erwarten, daß bei unmittelbarer Application der thierischen Theile an das leitende Quecksilber die Ausschläge viel bedeutender werden. Ein Frosch z. B., der bei Berührung seiner Mundspitze und seiner Fußfläche der rechten Seite mit übersilbertem Kupferdrahte + 12, mit Zinkblättern — 29° gab, erzeugte wenn man die genannten Theile an das Quecksilber der kleineren Näpfe unmittelbar anlegte, + 96°. Bei allen diesen, wie bei den folgenden Versuchen wurde übrigens derjenige Theil, welcher zuerst genannt wird, an den Pol des aufsteigenden, der andere an den des absteigenden Kupferdrahtes des Galvanometers applicirt.

Da die unmittelbare Application der thierischen Theile an das Quecksilber der kleineren Galvanometernäpfe sehr unbequem ist und überdieß auch sogleich von Neuem Verschiedenheiten entstehen, je nachdem nur das Quecksilber oder dieses und das Kupfer berührt werden, so muß man bei den mannigfachen, noch zu erwähnenden Vortheilen, welche das Quecksilber gewährt, diesen Uebelstand zu vermeiden suchen. Man kann dieses nun einfach dadurch erlangen, daß man zwei größere Glasgefäße mit Quecksilber füllt und diese mit den beiden Quecksilbernäpfchen des Galvanometers durch Platindrähte oder Platinblech in Verbindung setzt. Allein auf diese Art geht durch die geringere Leitung und Masse des Platins ein Theil der starken Wirkung verloren. So ergab der oben erwähnte Frosch z. B. bei dem Eintauchen in einen solchen Apparat eine Declination von höchstens + 25° bei Platindrähten, und + 54 bei Platinblechen. Es ist daher folgende Veränderung des Apparates zweckmäßiger. In zwei runde, 1½ Zoll im Durchmesser haltende Pappkästchen werden Löcher so gebohrt, daß die kleineren Quecksilbernäpfchen genau hindurch gehen und daß das Pappkästchen, mit Quecksilber gefüllt, nichts hindurch lasse, anderseits jedoch das Kupfer des kleineren Quecksilbernäpfchens rings umgeben. Man hat so Raum genug, um die thierischen Theile von der Berührung mit dem Kupfer frei zu erhalten, und erzeugt sogar eine noch größere Verstärkung. So ergab z. B. der oben erwähnte Frosch in diesem Falle eine Abweichung von + 120°. Da dieser Apparat in der Folge mehrfach gebraucht werden wird, so wollen wir ihn mit dem Namen der größeren Quecksilbernäpfe bezeichnen. Sollen die Experimente mit ihm exact ausfallen, so muß man nach jedem Versuche die Oberfläche des Quecksilbers von Wasser und anderen fremden Theilen reinigen. Das Erstere geschieht mittelst eines Stückchens Löschpapier, das Letztere am Besten mit dem Finger. Der Frosch wird, um die Ausschläge größer zu machen, mit destillirtem Wasser mittelst der Sprützflasche durchfeuchtet.

Trotz seiner mannigfaltigen Mängel ist der Quecksilberapparat mit den größeren Näpfen noch derjenige, welchen ich nach vielfachen eigenen Versuchen am meisten empfehlen kann. Metallische Platten oder einfache Drähte leisten,

wenn man die Berührungsflächen in Anschlag bringt, viel weniger. Der bekannte von Henry beobachtete Umstand, daß ein einfaches Zink-Kupferplattenpaar, wenn es durch einen eingeflochtenen Kupferdraht verbunden ist, größere physiologische Wirkungen hat und daher leichter Muskelzuckungen erzeugt, als bei einer Verbindung durch einen einfachen Kupferdraht, führte mich auf die Idee, solche eingeflochtene Kupferdrähte als Leiter zu versuchen. Ist ihre Oberfläche und ihr Gewicht genau das Gleiche, so leisten sie durchaus nichts mehr als einfache Drähte, obwohl die von mir angewandten Leiter der Art aus 22 Kupferdrähten von beinahe 2 Fuß Länge bestanden. Sind sie an Volumen oder Oberfläche (Drehung) unter einander ungleich, so sind sie, wie andere ungleiche Leitungen, nicht zu gebrauchen. Dabei haben sie noch den Nachtheil, daß sie durch ihre Capillarität Quecksilber aufsaugen und hierdurch einerseits die Näpfchen nach und nach entleeren, anderseits die Resultate trüben. Löthet man an ihren 4 Enden 4, zu je zwei gleich große und gleich schwere Kupfermassen, so verlieren sie noch von ihrer Wirkung, selbst wenn man, geleitet durch die Gesetze der Reibungselektricität, die mit dem thierischen Körper in Berührung kommenden, Kupferstücke breit schlägt und mit einer Reihe von Zähnen versieht. Am Besten ist es noch, die Enden so fest zusammen zu drehen, daß sie ihre Capillaraction verlieren und Spitzen bilden. Für die Anwendung fester Metalle fand ich es am Zweckmäßigsten, Kupferdrähte oder besser Zinkbleche von gleicher Länge auf der chemischen Wage genau zu tariren und dann bis auf gleiche in das Quecksilberamalgam zu tauchende Spitzen sorgfältig zu überfirnissen. Vor jedem Versuche muß man an destillirtem Wasser prüfen, ob auch beide Drähte vollkommen gleich gehen oder nicht.

Alle, in die Hunderte gehenden Versuche, welche ich anstellte, laufen auf das Resultat hinaus, daß die thierischen Theile, wenn sie als Erreger der Contactelektricität wirken, diese Kraft in so geringem Maße haben, daß alle, selbst die scheinbar kleinsten äußeren Momente, ihre Wirkung stören oder aufheben. Hierin liegt offenbar das ganze Räthsel der so unendlichen Schwankungen, welche in Betreff der Größe und der Richtung der Abweichungen wahrgenommen werden. In größerm Maße als von heterogenen thierischen Theilen gilt das Gesagte von heterogenen Hautstellen. Keine der Angaben, daß bei einem Frosche oder bei einem Säugethiere eine bestimmte Strömungsrichtung von den Füßen nach dem Kopfe vorhanden sei (Matteucci), daß solche Strömungen nach dem Tode in entgegengesetzte Directionen umschlagen (Puccinotti und Pacinotti) u. dgl. konnte ich irgend wie bestätigt finden. Operirt man mit festen Metallen als Leitern, so erhält man mit den unten zu erwähnenden Ausnahmen fast immer, selbst bei einem und demselben Thiere, keine constanten Richtungen der Abweichung, wenn man selbst beide Drähte oder Platten gleichzeitig an zwei verschiedene befeuchtete Hautstellen oder gleichartige innere Theile applicirt. Dagegen giebt der Quecksilberapparat mit den größeren Näpfen, wegen der durch die Flüssigkeit des Metalls gebildeten Vortheile, bei einem und demselben Frosche wenigstens in der überwiegenden Majorität der Fälle constantere Resultate. Ein Beispiel liefert folgende Tabelle, wo a den Fall bedeutet, bei welchem die Mundspitze in den Napf des aufsteigenden, die Füße in den des absteigenden Galvanometerdrahts tauchten, während bei b gerade das Umgekehrte stattfand. Die römischen, übergeschriebenen Zahlen bezeichnen die einzelnen mittleren und größeren Individuen von Rana esculenta, welche zu diesen Versuchsreihen dienten.

Versuche	I.	II.	III.	IV.	V.
1. a	+ 59°	— 8°	— 36°	— 15°	— 10°
2. a	+ 47°	» »	» »	» »	» »
3. a	+ 42°	» »	» »	» »	» »
4. b	— 43°	+ 42°	+ 19°	+ 20°	+ 14°
5. b	— 87°	» »	» »	» »	» »
6. b	— 30°	» »	» »	» »	» »
7. b	— 37°	» »	» »	» »	» »
8. a	+ 34°	— 16°	— 37°	— 11°	— 16°
9. b	— 14°	+ 40°	+ 10°	+ 34°	+ 14°
10. a	+ 34°	— 32°	— 14°	— 30°	— 14°
11. b	— 23°	+ 47°	+ 31°	+ 28°	+ 15°
12. a	+ 10°	» »	» »	» »	» »
13. b	— 16°	» »	» »	» »	» »

Es ergiebt sich hieraus, daß im Allgemeinen Kopf und Füße im Verhältniß zum Quecksilber einen contactelektrischen Gegensatz behaupten. Wir werden in der Folge noch auf Versuche, welche angeblich eine constante Strömung von den Füßen nach dem Kopfe anzeigen sollten, zurückkommen. Aus der obigen Tabelle sieht man aber schon, daß der contactelektrische Gegensatz zwischen Quecksilber und der Haut der Mundspitze und der Fußzehen bei verschiedenen Fröschen durchaus wechselt, obgleich allerdings die Majorität der Fälle (II. bis V.) sich dahin neigt, daß dann die Fußzehen positiv, die Mundspitze negativ seien.

Ein ähnliches Verhalten, wie zwischen Mundspitze und Fußzehen, findet zwischen den Vorderzehen und den Fußzehen Statt. In den meisten Fällen können ohne Ausnahme die Vorderzehen durch die Mundspitze und umgekehrt substituirt werden. In der folgenden, beispielsweise angeführten Tabelle bezeichnet a den Fall, wo Mundspitze und Fußzehen, b Vorderzehen und Hinterzehen, c Fußzehen und Mundspitze, d Fußzehen und Vorderzehen eintauchten.

Versuche	I.	II.	III.
1. a	+ 23°	— 24°	— 54°
2. b	+ 53°	— 14°	— 45°
3. c	— 34°	+ 25°	+ 53°
4. d	— 28°	+ 54°	+ 66°
5. a	+ 35°	— 60°	— 42°
6. b	+ 53°	— 35°	— 35°
7. c	— 36°	+ 30°	+ 42°
8. d	— 49°	+ 17°	+ 40°
9. a	+ 34°	— 32°	— 33°
10. b	+ 51°	— 33°	— 24°
11. c	— 20°	+ 30°	+ 43°
12. d	— 40°	+ 15°	+ 53°

Alle hier zu erzielenden Declinationen fallen übrigens, sie mögen ihrer Größe nach noch so verschieden sein, wie sich erwarten läßt, weit größer aus, als wenn beide größeren Quecksilbernäpfchen durch andere unorganische (eine geringere Spannungsoberfläche erzeugende und weniger feuchte) Leiter in Verbindung gesetzt werden. So ergab sich an demselben Apparat, der zu den obigen Froschversuchen gebraucht wurde, bei Schließung durch Platindraht, Pla-

tinblech, übersilbertem Kupferdraht und Messingdraht 0°, durch ausgeglühten Stahldraht —1°, durch Zinkblech —2°, durch Eisendraht und durch ein mit Salzwasser befeuchtetes Löschpapier —3°. Daß auf die relativen Größen dieser Ausschläge sowohl bei den einzelnen unorganischen Körpern, als vorzüglich bei den einzelnen Froschversuchen kein Werth zu legen sei, versteht sich von selbst.

Mittelst des Quecksilberapparats mit größeren Näpfen lassen sich natürlich auch andere Hautstellen auf ihre contactelektrischen Verhältnisse leicht prüfen. Doch darf man nie vergessen, daß die die beiden Quecksilberoberflächen berührenden Oberflächen des Frosches möglichst gleich seien, weil man sonst nur Scheinresultate erhält und die Nadel nach der Seite hin, welche eine größere Berührungsoberfläche hat, ausweicht. So zeigt sich aus diesem Grunde fast immer die Bauchhaut im Verhältniß zur Bauchfläche der Unterschenkelhaut, die Rückenhaut im Verhältniß zur Rückenfläche der Unterschenkelhaut positiv.

Bei allen diesen Versuchen erscheinen häufig noch mehre zu erwähnende Nebenverhältnisse. 1) Wiederholt man, ohne eine neue Befeuchtung des Froschtheils mit destillirtem Wasser vorzunehmen, einen und denselben Versuch hinter einander mehre Male, so werden unter sonst gleichen Verhältnissen die Abweichungen meistens geringer, weil das auf der Oberfläche des Frosches befindliche leitende Wasser seiner specifischen Schwere nach an die Quecksilberoberfläche tritt, und die Froschoberfläche an den Berührungsstellen daher allmälig vertrocknet. Bei neuer Befeuchtung mit Wasser resultiren dann wieder größere Declinationen. 2) Sehr oft bleibt die Nadel im Momente des Eintauchens ruhiger oder bewegt sich langsamer und verstärkt ihre Schnelligkeit einige Zeit nach dem Eintauchen bis zu dem Maximum ihrer Declination bedeutend. Es ereignet sich auch häufig, daß sie zuerst etwas nach der andern Seite hingeht, um hierauf in der entgegengesetzten Direction desto schneller zu decliniren. Besonders im Anfang einer Versuchsreihe ereignet es sich häufig, daß die erwartete Strömungsrichtung nicht eintritt, daß sie sich aber bald nach einmaligem Eintauchen in das Quecksilber einfindet und dann bleibt. Die Ursache dürfte darin liegen, daß die an der Froschoberfläche haftenden fremden Körper die Einwirkung stören, daß jene dann durch das Quecksilber, gleich dem Wasser, wenn nicht ihre Adhäsion überwiegt, entfernt werden, und daß dann erst Froschoberfläche und Quecksilberoberfläche in ein mehr constantes Contactverhältniß treten.

Gegen alle von früheren Autoren angegebenen Experimentirungsmethoden, um bestimmte Strömungsrichtungen an der Haut des Frosches nachzuweisen, lassen sich theils Einwendungen, welche die Resultate zum Theil als illusorisch darstellen, erheben, theils entgegengesetzte Ergebnisse anführen. Da die Contactelektricität selbst, welche von den Hautstellen erzeugt wird, so gering ist, daß die durch Außenverhältnisse entstehenden Abnormitäten dieselben überwiegen, so fallen alle Versuche, bei welchen die Leitungsdrähte an Gewicht und Länge ungleich waren, von selbst hinweg. Bei festen metallischen Leitern überhaupt werden die Resultate selbst bei Beobachtung dieser Vorsichtsmaßregeln so schwankend, daß durchaus nicht darauf zu gehen ist. Matteucci [1]) schlug, dieses wohl fühlend, einen andern Weg ein. Er füllt vier Porcellangefäße mit leicht gesalzenem Wasser, verbindet die beiden äußeren Gefäße durch Platinblätter mit den Quecksilbernäpfchen eines Gourjon'schen Galvanometers von 2500 Umgängen und mit den beiden inneren Gefäßen durch wohl durchfeuchtete Baumwollendochte; wenn nun die beiden inneren Gefäße durch einen ent-

---

[1]) Essai sur les phénomènes électriques des animaux. Paris 1840. 8. p. 75, 76.

häuteten Frosch verbunden werden, so entstehe immer eine Abweichung der Magnetnadel mit einer von den Füßen nach dem Kopfe gehenden constanten Strömungsrichtung. Von vorn herein läßt sich gegen die ganze Construction des Apparats einwenden, daß die Anwesenheit der beiden inneren Gläschen und deren Verbindung mit den beiden äußeren durch befeuchtete Baumwollendochte nur dazu dient, die Declinationen zu schwächen, ohne irgend einen Vortheil zu bieten. Man überzeugt sich auch leicht, daß sich die Abweichungen verstärken, wenn man die Froschtheile in die beiden äußeren Gläschen unmittelbar taucht. Allein auch in diesem Falle erreichen sie die durch den Quecksilberapparat mit den größeren Näpfen zu erzielenden Ausschläge bei weitem nicht. Hält man sich genau an den Matteucci'schen Apparat, so sind die Ausschläge, welche man bei Schließung durch den unversehrten Frosch erzeugt, nicht größer, als diejenigen, welche man durch Schließung vermittelst verschiedenartiger Metallbogen erzielen kann. Bei vergleichenden Versuchen zeigte sich, daß lebende oder eben getödtete oder schon 18 Stunden todte und in Wasser aufbewahrte Frösche sich in ihren Ausschlägen wie die schwächeren Metalle verhalten. Diese letzteren folgen aber in aufsteigender Reihe als Messing, übersilberter Kupferdraht, Platin, Stanniol, Eisen und ausgeglühter Stahl. Da bei Anwendung von Platin als Leitungsmetall der chemische Proceß sehr schwach ist, so läßt sich erwarten, daß andere Metalle, an dessen Stelle gesetzt, größere Declinationen hervorrufen werden. Am Zweckmäßigsten erwiesen sich in dieser Beziehung Zinkbleche und Eisendrähte. Allein man mag den Apparat auf alle erwähnten Arten modificiren, so ist die angeblich constante Strömung von den Füßen nach dem Kopfe nicht nur bei dem unverletzten, sondern auch bei dem enthäuteten Frosch nicht vorhanden, obwohl der enthäutete Theil allerdings im Gegensatz zu dem nicht enthäuteten die Neigung zeigt, als positiv aufzutreten. Als Beleg hierfür möge folgende mit Matteucci's Apparat gemachte Versuchsreihe dienen.

A. Der Frosch ganz unverletzt.

	I.	II.	III.	IV.
1. a Mundspitzen und Fußzehen . .	+ 2°	+ 2,5°	+ 7°	+ 7,5°
2. b Fußzehen und Mundspitze . .	+ 9°	+ 3°	0°	+ 1°
3. c Vorderzehen und Fußzehen . .	+ 1°	+ 1°	+ 2°	+ 1,5°
4. d Fußzehen und Vorderzehen . .	0°	+ 1,5°	+ 1°	0°
B. Die linke hintere Extremität enthäutet.				
5. wie a	+ 2,5°	+ 3°	+ 5°	+ 6°
6. wie b	+ 0,5°	0°	0°	0°
7. wie c	0°	+ 0,5°	0°	— 1°
8. wie d	— 2°	— 1°	0°	+ 1,5°

C. Das Präparat wie B, nur daß nicht beide Füße, sondern nur der enthäutete mit dem Apparat in Berührung kam.

	I.	II.	III.	IV.
9. wie a	+ 2,7°	0°	0°	0°
10. wie b	0°	— 0,5°	0°	0°
11. wie c	+ 0,5°	+ 0,5°	+ 0,5°	+ 1°
12. wie d	0°	0°	+ 0,5°	0°

D. Mit beiden abgehäuteten Hinterfüßen.

	I.	II.	III.	IV.
13. wie a	+ 2,5°	+ 2°	+ 1,5°	+ 1°
14. wie b	— 1°	+ 1°	+ 1°	0°
15. wie c	0°	0°	— 1,5°	— 2°
16. wie d	0°	0°	0°	0°

E. Das Präparat wie D. Nur wurden jetzt die beiden mittleren Gefäße mit den Baumwollendochten ganz hinweggelassen und die Theile in die beiden äußeren Gläschen getaucht.

17. wie a	+ 6,5°	+ 7,5°	+ 10,5°	+ 3,5°
18. wie b	+ 2°	+ 4°	+ 4°	+ 4,5°
19. wie c	+ 2,5°	+ 2°	+ 2°	+ 1°
20. wie d	0°	0°	+ 1°	+ 1°

F. Das Präparat wie D, an den Quecksilberapparat mit den größeren Näpfen applicirt.

21. wie a	+ 96°	+ 85°	+ 110°	+ 98°
22. wie b	— 110°	— 85°	— 115°	— 82°
23. wie c	+ 105°	+ 55°	+ 70°	+ 65°
24. wie d	— 65°	— 85°	— 100°	— 65°

G. Derselbe Frosch nach Entfernung der Haut des Kopfs, der vorderen und der hinteren Extremitäten an den Quecksilberapparat mit den größeren Näpfen applicirt.

25. wie a	+ 68°	+ 133°	+ 178°	+ 115°
26. wie b	— 123°	— 116°	— 130°	— 90°
27. wie c	+ 45°	+ 120°	+ 81°	+ 97°
28. wie d	— 55°	— 62°	— 65°	— 107°

H. Derselbe Frosch ganz enthäutet.

29. wie a	+ 60°	+ 95°	+ 130°	+ 130°
30. wie b	— 107°	— 110°	— 145°	— 90°
31. wie c	+ 83°	+ 83°	+ 65°	+ 75°
32. wie d	— 60°	— 45°	— 76°	— 77°

Auch nach dem Abziehen der Haut verhalten sich die Ausschläge an dem Matteucci'schen Apparate, wie bei unverletzter Haut, d. h. die Declinationen bleiben immer sehr gering und sind größer, doch im Ganzen noch unbedeutend, wenn man selbst die beiden inneren Gefäße mit den Baumwollendochten ganz hinwegläßt. Aus diesen an dem Quecksilberapparat gewonnenen Erfahrungen ergiebt sich aber, daß bei Fröschen, welche in unverletztem Zustande eine Strömung von den Füßen nach dem Kopfe zeigen, diese Strömungsrichtung auch bisweilen constant bleibt, wenn man entweder nur die Haut der Füße, oder die der letzteren und des Mundes oder des ganzen Körpers entfernt hat. Nur daß dann, weil die contactchemische Wirkung größer wird, auch die Ausschläge sich vergrößern. Ich muß jedoch ausdrücklich bemerken, daß ich auch Frösche fand, die bei unverletzter Haut am Kopfe, nach Enthäutung der Füße, an diesen positiv waren.

Die durch Application der Muskel- und Sehnentheile, so wie der Gelenkflächen zu erzielenden Abänderungen der Declination können zunächst dahin gedeutet werden, daß sie durch veränderte chemische Wirkung entstehen. Allein offenbar kommt auch das statische Moment ins Spiel. Wir haben schon oben gezeigt, daß bei dem Eintauchen der Mundspitze oder der Vorderzehen in das eine, bei dem der Fußzehen in das andere Quecksilbergefäß bei sehr vielen unverletzten Fröschen ein von den Füßen nach dem Kopfe laufender, also centripetalen Strom entsteht, während die Strömung bei anderen Exemplaren gerade die umgekehrte ist. Meist bleibt aber die Richtung unter sonst gleichen Verhältnissen, wie sie sich zuerst angegeben, constant. Größtentheils waren die Individuen von Rana esculenta, welche centripetale Strömungen hatten, kleinere-die anderen größere. In der Regel verhielten sich die Vorderzehen gleich der Mundspitze. Ich fand aber auch und zwar größere Frösche, bei welchen dieses nicht der Fall war, sondern wo Eintauchen der Mundspitze und der Fußzehen centrifugale, Eintauchen der Vorzehen und Fußzehen centripetale Declinationen erzeugte. Die letzteren Ausschläge waren meist kleiner als die ersteren. Es läßt sich daher wohl denken, daß es so constituirte Frösche gäbe, bei welchen vorzüglich Eintauchen der Vorderzehen und der Fußzehen bei möglichst gleichen Eintauchungsflächen gar keine Declination der Nadel hervorruft. Hierfür spricht schon der Umstand, daß bei vielen Fröschen, meist solchen, welche kleinere Ausschläge liefern, es Unterschiede der Declination hervorruft, ob das Thier bei dem Eintauchen in das Quecksilber an seinem Rückgrathe mehr oder minder gebogen ist. Schneiden wir nun aber bei enthäuteten Fröschen gleiche Stücke von beiden hinteren Extremitäten ab, so ändern wir sowohl das chemische als das statische Moment. Bei manchen, meist größeren Fröschen ändern sich die constanten Ausschläge nicht eher, als bis die beiden hinteren Extremitäten gänzlich fortgenommen werden. Bei anderen erfolgt dieses schon nach Entfernung der beiderseitigen Fußzehen und Fußsohlen. Als Beleg des Gesagten diene die folgende Tabelle, wo bei dem kleinern Frosche Nr. II. eine centripetale, bei dem größern Nr. I. eine centrifugale Strömung mit ausnahmsweiser Stellung der Vorderzehen vorhanden war. a bezeichnet das Eintauchen der Mundspitze in den Napf des aufsteigenden, und der Fußzehen in den des absteigenden Galvanometerdrahts; b die umgekehrte Lage; c gleicht a und d gleicht b, nur daß statt der Mundspitze die Vorderzehen gebraucht wurden. Die Frösche waren, da diese Ströme sich, wie wir bald sehen werden, durch den Tod gar nicht ändern, vorher durch Opiumtinctur vergiftet worden.

A. Unversehrter Frosch.

		I.		II.	
1.	a	— 29	— 25	» »	» »
2.	b	+ 28	+ 41	» »	» »
3.	c	+ 19	+ 52	» »	» »
4.	d	— 50	— 14	» »	» »

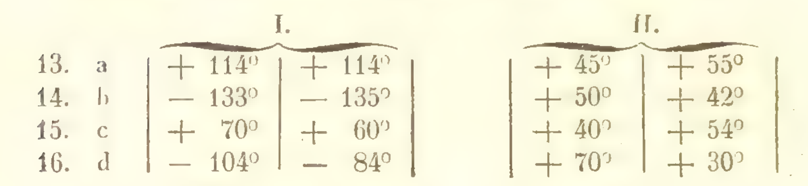
B. Die vordere Hälfte enthäutet.

		I.		II.	
5.	a	+ 50°	+ 80°	» »	» »
6.	b	— 24°	— 43°	» »	» »
7.	c	+ 8°	+ 5°	» »	» »
8.	d	— 19°	— 20°	» »	» »

C. Gänzlich enthäutet.

		I.		II.	
9.	a	+ 83°	+ 100°	+ 62°	+ 55°
10.	b	— 24°	— 43°	— 40°	— 35°
11.	c	+ 8°	+ 5°	+ 15°	+ 28°
12.	d	— 19°	— 20°	— 25°	— 28°

D. An den unteren Unterschenkelgelenken exarticulirt.



		I.		II.	
13.	a	+ 114°	+ 114°	+ 45°	+ 55°
14.	b	— 133°	— 135°	+ 50°	+ 42°
15.	c	+ 70°	+ 60°	+ 40°	+ 54°
16.	d	— 104°	— 84°	+ 70°	+ 30°

E. An den Kniegelenken exarticulirt.

		I.		II.	
17.	a	+ 67°	+ 60°	+ 64°	+ 93°
18.	b	— 80°	— 85°	+ 45°	+ 40°
19.	c	+ 58°	+ 54°	+ 15°	+ 42°
20.	d	— 65°	— 25°	+ 29°	+ 43°

F. In der Mitte der Oberschenkel amputirt.

		I.		II.	
21.	a	+ 113°	+ 71°	+ 34°	+ 46°
22.	b	— 130°	— 110°	+ 98°	+ 72°
23.	c	+ 134°	+ 60°	+ 26°	+ 19°
24.	d	— 125°	— 58°	+ 43°	+ 78°

Erst nach vollkommener Exarticulation der beiden Oberschenkel ging bei Nr. I. die Regularität der Ausschläge vollkommen verloren. Uebrigens erklären sich die vorherrschend positiven Ausschläge bei Nr. II. D. E. F. dadurch, daß hier, wo das statische Moment seine Störungswirkungen viel früher zeigte, bei möglichst gleicher Oberfläche mehr muskulöse und sehnigte Theile, die sich, wie wir in der Folge sehen werden, in der Regel mehr positiv verhalten, eintauchten.

Es ist oft genug wiederholt worden, daß, wenn auch die durch Thiere zu erzielenden contactelektrischen Strömungen physikalischer Natur seien, die Lebensphänomene selbst doch einen Einfluß auf dieselben ausübten. Theoretisch ließe sich der Wechsel, welcher an der Hautoberfläche durch die Einsaugung und Ausdünstung, so wie durch den Athmungsproceß stattfindet, zur Unterstützung anführen. Allein die Erfahrung zeugt gänzlich dagegen. Der lebende Frosch hat durchaus dieselbe Strömung als der frische todte, und selbst wie der, welcher nach dem Tode Stunden lang in destillirtem Wasser gelegen hat. Ich habe diese Versuche mehrfach mit durchaus gleichem Erfolge wiederholt. Hat dagegen das todte Thier im Freien gelegen und ist es an einzelnen Stellen mehr vertrocknet, so entstehen auf diesem Wege Irregularitäten der Strömung. In dem folgenden Beispiele wurde der Frosch in seinem Normalzustande bestimmt,

dann durch Opiumtinctur betäubt und so in den Zustand versetzt, daß reflexive Bewegungen nach den geringsten äußeren Reizen entstanden, in diesem Verhältnisse untersucht, unmittelbar nach dem Tode wieder geprüft und endlich, nachdem er noch 18 Stunden frei gelegen, von Neuem geprüft. In dem letztern Falle war die Mundspitze vertrocknet. Daher auch bei ihr Irregularitäten entstanden.

	Gesunder Frosch.	Während der Betäubung.	Unmittelbar nach dem Tode.	18 Stunden nach dem Tode.
1) a. Mundspitze und Fußzehen . .	— 29°	— 15°	— 32°	+ 38°
2) b. Vorderzehen und Fußzehen .	— 15°	— 45°	— 15°	— 15°
3) c. Fußzehen und Mundspitze .	+ 29°	+ 20°	+ 46°	— 30°
4) d. Fußzehen und Vorderzehen .	+ 29°	+ 29°	+ 40°	+ 48°
5) wie a.	— 46°	— 24°	— 32°	— 20°
6) wie b.	— 30°	— 39°	— 37°	+ 28°
7) wie c.	+ 39°	+ 15°	+ 36°	— 24°
8) wie d.	+ 29°	+ 23°	+ 42°	+ 25°
9) wie a.	— 45°	— 45°	— 34°	+ 25°
10) wie b.	— 22°	— 48°	— 22°	— 35°
11) wie c. . . . . . . , . . .	+ 20°	+ 40°	+ 22°	— 33°
12) wie d.	+ 16°	+ 50°	+ 36°	+ 36°

Bei der ganzen Versuchsreihe wurde der Frosch unverletzt gebraucht, so daß die contactelektrischen Strömungen nur durch verschiedene Hautflächen erzeugt wurden. Ich habe mich übrigens vielfach überzeugt, daß auch bei theilweiser oder gänzlicher Enthäutung durch die oben genannten Veränderungen keine Veränderung der Strömungsrichtung hervorgerufen wird, so daß nicht nur die Lebensphänomene nicht den geringsten Antheil an ihnen haben, sondern der Verlust der durch kaltes Wasser ausziehbaren Materien keine Störung erzeugt.

So viele Vortheile auch der Quecksilberapparat mit den größeren Näpfen gewährt, so hat er doch den Nachtheil, daß er bei vielen, besonders kleineren und nahe liegenden Hautflächen nicht gebraucht werden kann. Man muß daher zu festen Metallleitern recurriren. Nach vielen Versuchen fand ich es am zweckmäßigsten, die Kupfernäpfchen des Galvanometers mit ziemlich gesättigtem Zinkamalgam zu füllen und als Leiter gleich lange, zweckmäßig gebogene Zinkbleche, die vorher auf der chemischen Wage genau tarirt, dann mit Eiweiß bestrichen, hierauf an zwei entsprechenden Enden abgefeilt und von Neuem tarirt worden sind, zu gebrauchen. Sind die Leiter gut, so müssen sie, gleichzeitig in destillirtes Wasser getaucht, gar keine oder höchstens eine Abweichung von 1 — 4°, die mit dem Wechsel der Zinkbleche bleibt, erzeugen. Auch ähnlich behandelte übersilberte Kupferdrähte können zu dem gleichen Zwecke brauchbar gemacht werden. Aus den so angestellten Versuchen ergeben sich dann folgende Gesetze:

1) Unter sonst gleichen Verhältnissen ist der Ausschlag um so geringer, je kleiner die Hautstelle ist, in welcher die beiden Pole der metallischen Leiter von einander abstehen. In welchem Verhältniß und ob überhaupt in gleichen entsprechenden Zahlen die Abweichungen wachsen, gelang mir nicht

zu ermitteln. So viel scheint aber aus den angestellten Versuchsweisen zu erhellen, daß die Abweichung weder in gleichem Verhältnisse, noch in dem Verhältnisse der Quadratzahlen der Distanzen zunimmt.

2) Genaue Application der beiden Leitungsdrähte an die entsprechenden Hautstellen zweier symmetrischer Körpertheile, z. B. derselben Punkte der Augendeckel, der Ellenbogen, der Kniee, der entsprechenden Zehen rufen entweder gar keine oder nur kleine Abweichungen hervor. Das Gesetz realisirt sich auch, wenn man auf der Mittellinie des Rückens oder des Bauches senkrecht stehende Querlinien zieht und an diesen von beiden Seiten gleiche Distanzen entnimmt. Haben mich nicht Nebenverhältnisse getäuscht, so scheint bei Berührung beider entsprechenden Punkte beider Oberschenkel die Abweichung sehr gering bis 0°, der Außenseite des einen und der Innenseite des andern Schenkels größer, und der Außenseiten und der Mitte des Querdurchmessers am größten zu sein. Doch müssen alle diese Versuche mit sehr vieler Umsicht angestellt werden, damit nicht durch Ungleichheit und Ungleichzeitigkeit des Aufsetzens der Leiter verwirrende Resultate entstehen. Eine andere Veranlassung zu Irrthümern erzeugt sich aus der Ungleichheit der Oberfläche selbst. Da der elektrische Strom auf kürzestem Wege längs der Oberfläche des Thieres hingeleitet wird, so wird der Versuch am reinsten ausfallen, wenn diese Oberfläche möglichst rein ist. Schneidet man daher ein Stück Haut aus, so wird bei nicht zu feuchter Oberfläche, wie es scheint, durch die Heterogeneität der freiliegenden Muskelsubstanz die Abweichung größer. Diese gleicht sich aber wieder mehr aus, wenn sich eine Wasserschicht auf der Oberfläche befindet.

3) Berührung entsprechender Punkte der Rücken- und Bauchfläche rufen fast immer Abweichungen hervor. Bisweilen stellen sich hier auch kleine Declinationen ein. Vergeblich suchte ich nach einem constanten Verhältniß zwischen Rücken- und Bauchfläche, obgleich ich mit kurzen und dünnen, langen und starken Platindrähten, Platinblechen, übersilberten reinen einfachen und überflochtenen Kupferdrähten, solchen, die mit Quecksilberamalgam überzogen waren, Messingdrähten, Stahldrähten und Zinkblechen operirte. Doch schien sich der größere Theil der Ausschläge in einer freilich nicht sehr überwiegenden Majorität so zu stellen, daß immer die Nadel nach der Bauchfläche sich hinlenkte.

4) In Betreff der Längendimension ließe sich erwarten, daß an einer Stelle ein Indifferenzpunkt existire. Bei größeren Fröschen fällt die Mitte der Länge in das hintere Drittheil des Oberschenkels. Man überzeugt sich aber leicht, daß in gleichen Distanzen von diesem Punkte sowohl, als von der Mitte der Länge des Rumpfes die Ausschläge nach Maßgabe der größeren Entfernung auch größer werden. Bei manchen Fröschen schien mir ein solcher Indifferenzpunkt in der Mitte der Länge des Schwanzbeines zu liegen. Dieses Verhältniß fehlte jedoch bei anderen durchaus.

5) Alle genannten Gesetze kehren in gleichem Maaße bei todten, nur nicht faulenden oder gänzlich oder theilweise vertrockneten, Fröschen wieder.

Bei der Kleinheit der meisten Froschtheile unterliegt es sehr vielen Schwierigkeiten, das contactelektrische Verhalten derselben zu bestimmen. Am zweckmäßigsten erwies sich noch, die zu prüfenden Theile auf einer chemischen Wage genau zu tariren, mit möglichst gleichen Oberflächen auf die Quecksilberoberflächen des größern Apparates zu legen und die Kette durch Platindraht zu schließen. Aus solchen Versuchen ergab sich, daß sich in der Majorität der Fälle die Muskelsubstanz im Verhältniß zur Haut positiv ver-

hielt, es möchten beide Substanzen von verschiedenen oder gleichen Theilen, von lebenden, enthaupteten und noch reizbaren, kurze Zeit vorher getödteten oder schon 24 Stunden todten Fröschen entnommen worden sein.

Bis jetzt wurde nur von den contactelektrischen Verhältnissen Eines Frosches gehandelt. Combination zweier Frösche der Art führt zu sehr unsicheren Ergebnissen und bisweilen zu Resultaten, welche der Erwartung entgegengesetzt sind. So z. B. gaben zwei größere Frösche, welche constante centripetale Strömungen der allgemeinen Regel nach darboten, so bald sie Kopf an Kopf und Füße an Füße zusammengebunden wurden, sehr unbedeutende constante Ausschläge, während bei umgekehrter Lagerung des einen gegen den andern die Declinationen sich vergrößerten.

Bei den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen bildet die trockene und selbst ein wenig befeuchtete Haut einen Isolator, so daß durch unmittelbare Application der Leitung an die trockenen Hautstellen die Kette noch nicht geschlossen wird und die Declinationen ausbleiben. Unterliegt aber die Untersuchung bei Fröschen schon vielen Schwierigkeiten, so häufen sich diese noch bei den Vögeln und den Säugethieren. Wegen der nicht leitenden Haut und der Größe der Individuen erweisen sich daher die meisten Versuche als inconstant. Bei Kaninchen schien mir, wenn ich die Hautstellen durchfeuchtete und so vorzüglich mittelst der Unterhautgebilde die Leitung herstellte, in der Majorität der Fälle der Kopf in Verhältniß zu den Fußzehen positiv zu sein. Auch nach der Abhäutung des Thieres blieb die Abweichung in derselben Richtung. Eben so scheint auch das seitliche Symmetriegesetz wie bei den Fröschen einzutreten. Wenigstens ergaben sich, wenn man das Thier vollständig enthäutet hatte, bei Application beider Füße mit möglichst gleichen Oberflächen sehr geringe Declinationen. Dagegen erschienen sie bei Eintauchung von beiden Fußgelenken oder beiden Kniegelenken größer. Auch die mit den größeren Distanzen sich vergrößernden Ausschläge scheinen hier meistens wiederzukehren; nur müssen die Theile wohl durchfeuchtet sein. Ist dieses nicht der Fall, so ergeben bisweilen selbst größere Entfernungen nur kleinere Abweichungen. Sämmtliche genannten Resultate wurden am Quecksilberapparat mit den größeren Näpfen gewonnen, da Leitung mit festen Metallen hier noch weniger brauchbar als bei Fröschen ist.

Natürlicher Weise müssen auch, wenn die menschliche Haut durchfeuchtet wird, dadurch, daß man so vermittelst der subcutanen und vorzüglich der subepidermidalen Gebilde die Leitung vollständig macht, Abweichungen erfolgen. Auch hier ist aber nur der Apparat mit den größeren Quecksilbernäpfen zu Rathe ziehen. Bei dem Eintauchen der mit destillirtem Wasser durchfeuchteten Fingerspitzen ergeben sich nur kleine Ausschläge. Etwas größer werden sie oft, sobald man entferntere Hautstellen applicirt. So erhielt man z. B. bei dem Eintauchen der Spitzen beider Zeigefinger — 4°, bei dem der Nasenspitze und des rechten Zeigefingers + 12° und bei dem der erstern und des linken Zeigefingers — 6°. Auffallend ist es, daß sich bei einzelnen Menschen bei dem Eintauchen der Fingerspitzen beider Hände die Nadel constanter nach der einen oder andern Seite hinwendet. Unter fünfzehn solchen Personen männlichen Geschlechtes ging sie bei sieben nach links, bei acht nach rechts.

Nach den Beobachtungen von Pfaff und Ahrends sollten gesunde Männer an dem Elektrometer größtentheils positive, Frauen häufiger negative Elektricität angeben. Bei Rheumatismus dagegen sollten alle diese Elektricitätserscheinungen verschwinden. Dieser zwischen beiden Geschlech-

tern angeblich stattfindende Unterschied unterliegt sehr gerechtem Zweifel. In der That fand auch H. Nasse bei Männern, wie bei Frauen, bei gesunden, wie bei kranken Menschen, positive Hautelektricität. Heidenreich will wieder in neuester Zeit beobachtet haben, daß bei verschiedenen Krankheitsprocessen die verschiedene Qualität der Hautsecrete und die wahrnehmbaren Elektricitätsverhältnisse in genauem Zusammenhange stehen. Bei saueren Absonderungen soll positive, bei basischen negative Elektricität frei werden. So die erstere bei sauerem Schweiße, Masern und hektischem Fieber, so wie bei dem Anfange von acutem Rheumatismus; die letztere bei Scharlach, Influenza und Wechselfieber. Bei Versuchen, welche ich mittelst eines sehr sensiblen Bohnenberger'schen Elektrometers anstellte, erschien bei Nichtisolation keine oder keine constante Abweichung. Trat man dagegen auf den Isolirschemmel, so zeigte sich bei drei Männern fast constant zuerst eine geringe positive, dann gar keine und oft zuletzt eine geringe negative Abweichung.

Die contactelektrischen Verhältnisse der einzelnen Gewebtheile sind schwer zu bestimmen, weil bei ihnen ebenfalls ihre Contactelektricität so gering ist, daß sie ebenfalls durch Außenverhältnisse ausgeglichen oder gar oft überwogen wird. Daß die von Bellingeri [1]) befolgte Experimentirungsmethode auf unrichtigen Principien beruht, hat schon Sterneberg [2]) mit Recht behauptet. Die Versuche des Letztern [3]) fielen in dieser Beziehung sämmtlich negativ aus. Um die Flüssigkeiten zu prüfen, bediente ich mich der Methode, daß ich zwei Gläschen mit destillirtem Wasser, das dritte mit der thierischen Flüssigkeit füllte. Wurden die beiden Wassergläschen durch tarirte Kupferdrähte mit den Quecksilbernäpfchen des Galvanometers und unter einander durch Kupferblech verbunden, so entstand eine constante Abweichung von — 4°. Wurde das eine Wassergläschen durch ein mit ganz frischem Arterienblute des Kaninchens gefülltes Glas ersetzt, so declinirte die Nadel 4 — 5 Mal stärker und bei allem Wechsel der Pole durchaus constant nach dem Gefäße mit destillirtem Wasser hin. Da aber hier das Resultat wegen des Verhaltens des Kupfers zu der thierischen Flüssigkeit und dem Wasser ein complicirtes sein mußte, so wurde in einer andern Versuchsreihe sowohl die Leitung von den Quecksilbernäpfchen zu den Glasgefäßen, als die Schließung der beiden letzteren untereinander durch befeuchtetes Fließpapier bewirkt. Bei bloßem destillirten Wasser an beiden Polen resultirte nur eine Declination von — 2° bis — 2,5°. Arterienblut des Kaninchens, an die Stelle des einen Wassergefäßes gesetzt, verstärkte die Abweichung um das 3 — 4fache, Urin desselben Thiers um das Zweifache bis gar nicht. Immer erschienen jetzt sowohl das Arterienblut, als der Harn in Verhältniß zu dem Wasser positiv, der Urin im Verhältniß zum Arterienblut negativ.

Die einzige sichere Methode, die feinen contactelektrischen Verhältnisse der festen thierischen Theile zu bestimmen, besteht darin, daß man dieselben auf einer chemischen Wage genau tarirt, und mit möglichst gleichen Oberflächen auf die Oberflächen des Quecksilbers des Apparates mit den größeren Näpfen legt. Die Ränder derselben ragen nach innen über das Quecksilber hinaus und werden so eingerichtet, daß sie möglichst gleiche Flächen einander zukeh-

---

[1]) Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino. Vol. XXXI. 295 — 318.

[2]) Experimenta quaedam ad cognoscendam vim electricam nervorum atque sanguinis facta. Bonnae 1835. 4. p. 13.

[3]) l. c. p. 14. 15.

ren. Ist dieses der Fall, so bringt man sie durch Verschiebung der Kupferbügel des Galvanometers in gegenseitige Berührung. Schon bei dem Frosche hatte sich auf diesem Wege ergeben, daß die Muskelsubstanz zur Haut positiv sei und daß sich dieses Verhältniß durch den Tod und selbst durch stundenlanges Liegen in destillirtem Wasser durchaus nicht änderte. Um nun aber nichts desto weniger für den Menschen so sichere Data, als möglich, zu gewinnen, experimentirte ich nicht an einer Leiche, sondern an einem eine Stunde vorher wegen Caries ossium tarsi amputirten Unterschenkel eines sonst wohl gebaueten 15jährigen Knaben. Es ergab sich

Positiv.	Negativ.
1) Muskel (Gastrocnemius) . . .	Innere Fläche der Haut.
2) Muskel	Fett.
3) Muskel	N. tibialis.
4) Knochen	Muskel.
5) Knochen	N. tibialis.
6) Achillessehne	Muskel.
7) Achillessehne	Arteria tibialis.
8) Arteria tibialis	Muskel.
9) Arteria tibialis	Innere Fläche der Haut.

Da nun das subcutane Zellgewebe, das Fett und die Nerven in Verhältniß zu den Muskeln, die Muskeln und Nerven in Verhältniß zu den Knochen, die Nerven, Muskeln und Arterien in Verhältniß zu den Sehnen, das subcutane Zellgewebe und die Muskeln in Verhältniß zu den Arterienhäuten die weniger dichten Substanzen sind, da sich überdies die dichteren thierischen Flüssigkeiten zu dem destillirten Wasser positiv verhalten, so scheint der Dichtigkeitsgrad ein sehr wesentliches, wo nicht das einzige Bestimmungsmoment für die positive Natur eines thierischen Theiles zu sein. Die dichtesten Körper dürften auch dann die positive Bahn eines von Außen her eintretenden Elektricitätsstromes leiten. Ist dieses richtig, so erklärt sich hieraus die bekannte Erfahrung, daß bei Leuten, welche vom Blitze getroffen, nicht aber dadurch getödtet worden sind, die Brandblasen längs der Mitte des Rückens, längs der Dornfortsätze oder der Wirbel überhaupt hinabgehen und am Schienbein und anderen großen Knochen wieder kehren. Meist erscheint hier die Verbrennung nur in der Haut. Allein die in der Nähe liegenden Knochenmassen dürften an ihr die Bahn bestimmen und so für die übrigen Gewebe des Körpers gleichsam als Blitzableiter wirken. Wenn dasselbe weniger am Kopfe der Fall ist, wenn sogar meist die Kopfhaut gänzlich verschont bleibt, so dürfte dieses der isolirenden Wirkung der Haare vorzugsweise zuzuschreiben sein.

2) Thermoelektrische Strömungen. Während bei den contactelektrischen Strömungen die Schließung der Galvanometerkette durch den zu prüfenden thierischen Körper oder Theil desselben unmittelbar erfolgt, müssen, um hier exacte Bestimmungen thermoelektrischer Strömungen zu gewinnen, geschlossene metallische Ketten selbst angewandt werden. Zu diesem Zwecke verfertigt man am besten sogenannte thermoelektrische Nadelspitzen mit endständiger Löthung, d. h. zwei Drähte von Platin oder von Kupfer werden an ihren beiden entsprechenden Enden mit einem Eisendrahte oder Zinkstücke so zusammengelöthet, daß jederseits eine Spitze entsteht und daß jede dieser Spitzen gleichviel von beiden Metallen enthält. Die beiden

dann noch freien Enden der Platin- oder Kupferdrähte werden in die Quecksilbernäpfchen des Galvanometers getaucht. Die Kette ist dann geschlossen. Wird die eine Spitze höher temperirt als die andere, so weicht die Magnetnadel um eine der Temperaturdifferenz entsprechende Größe ab. Dadurch wird es möglich, durch Eintauchen der Spitzen in thierische Theile die Wärmeunterschiede derselben von anderen Theilen und heterogenen Körpern zu bestimmen. Ueber die so erhaltenen Resultate siehe den Artikel über die thierische Wärme.

3) Vital-elektrische Ströme. Diese werden durch theoretische Betrachtungen gewissermaßen gefodert, während sie in der Erfahrung bei dem actuellen Stande der Wissenschaft und der zu Gebote stehenden Hülfsmittel nicht nachgewiesen werden konnten. Das theoretische Raisonnement läßt sich in Folgendem kurz zusammenfassen. 1) Da der thierische Körper aus einer Menge theils permanent, theils nach den verschiedenen Lebensthätigkeiten wechselnder, chemisch verschiedener Substanzen besteht, so müssen diese bei ihrem gegenseitigen Contacte elektrochemische Spannungen und Strömungen hervorrufen. Da nun durch die Variabilität des Bluts und der Secretionen und vielleicht durch die Processe der perpetuellen Ernährung die chemische Beschaffenheit der den Organismus constituirenden Substanzen wechselt, so müssen auch die ursprünglich physikalisch bedingten organo-elektrischen Strömungen während des Lebens auf eine entsprechende Weise sich umändern. 2) Da das Nervenagens der motorischen Nerven für centrifugale Elektricitätsströmungen so äußerst empfindlich ist, daß geringe Ströme der Elektricität auch sogleich Contractionen hervorrufen, und man daher die Nerven des noch reizbaren Thiers für die feinsten Elektrometer angesehen hat; da ferner die elektrischen Ströme nur in den Richtungen der Strömungen des Nervenfluidums wirken, indem in einem gemischten Nerven centripetale elektrische Strömung bei dem Einströmen Schmerzensempfindung, centrifugale dagegen Bewegung erzeugte; da ferner die peripherischen Nervenprimitivfasern sich in Betreff der Leitung des Nervenagens so verhalten, wie mit Seide umsponnene und gefirnißte Kupferdrähte für das elektrische Agens: so läßt sich entweder annehmen, daß sich das Nervenagens zu dem elektrischen, wie Wärme und Magnetismus zu Elektricität verhalte, d. h., daß das Eine das Andere hervorrufe, oder daß in dem Nervenagens Elektricität thätig sei. In beiden Fällen müßten neuroelektrische Strömungen zum Vorschein kommen. Der erfahrungsmäßigen Prüfung beider Punkte aber stellt sich die Durchfeuchtung der Organe durch Flüssigkeit mit unüberwindlicher Tenacität entgegen, da eine Entfernung der Feuchtigkeit ohne Aufhebung der thierischen Functionen nicht möglich ist. Ob jedoch dieser Uebelstand, wie viele Physiker glauben, jede Wahrnehmung organisch-elektrischer und neuroelektrischer Strömungen immer verhindern werden, ist noch die Frage. Wenigstens in Betreff der neuroelektrischen Strömungen läßt sich ein Wahrscheinlichkeitsbeweis angeben, daß die Feuchtigkeit kein absolutes Hinderniß bilden dürfte. Ein Zinkkupferplattenpärchen, z. B. von nur etwas mehr als einer Quadratlinie Durchmesser, gab, wenn es, frei liegend, durch zwei gleich tarirte, mit dem Galvanometer in Verbindung stehende Kupferdrähte geschlossen wurde, ungefähr $3\frac{1}{2}$ Kreisumdrehungen der Magnetnadel, während bei unmittelbarer Schließung durch die Kupferbleche des Galvanometers 4 — 5 Umdrehungen resultirten. Wurde das kleine Plattenpaar mit Wasser überall bedeckt, so resultirten bei Schließung durch die eben

genannten Kupferdrähte im Mittel 3¹/₁₀ Umdrehungen. Wurde es in ein 3″ im Durchmesser haltendes Gefäß, in welchem destillirtes Wasser zu 1¹/₂″ Höhe sich befand, gethan und dann auf gleiche Art geschlossen, so ergaben sich ungefähr 2¹/₂ Umdrehungen. Endlich erhielt man bei gleicher Schließung nur im Mittel 160° Declination, wenn das kleine Plattenpaar in einem länglich-runden, 10″ langen und 8″ breiten Porcellangefäße, in welchem sich wieder eine 1¹/₂″ hohe Wassersäule befand, lag. Die verhältnißmäßig so sehr bedeutende Wassermenge hatte also im Verhältniß zur größten Abweichung bei der Schließung durch die Kupferbügel des Galvanometers nur eine höchstens zwölffache Schwächung hervorgebracht. Obgleich nun die Wassermenge in den thierischen Theilen verhältnißmäßig lange nicht so groß ist, so müßten, wenn die durch die Befeuchtung der Organe resultirende Schwächung sogar 50 — 100 betrüge, an sensiblen Galvanometern noch neuroelektrische Strömungen wahrgenommen werden. Es scheint hieraus zu folgen, daß entweder gar keine solche existiren, oder daß andere Hindernisse existiren müssen, daß z. B. keine größere Strömung in einer Richtung stattfindet, sondern daß die entstehenden Minimaspannungen sogleich durch die Feuchtigkeit allseitig verbreitet und daher in ihren Tensionswirkungen aufgehoben würden. Dem sei nun, wie ihm wolle, so müssen jedenfalls mit allen zur Zeit möglichen Hülfsmitteln die Fragen der organoelektrischen und der neuroelektrischen Strömungen erörtert und die früheren Versuche kritisch geprüft werden.

a. Organoelektrische Strömungen in dem lebenden Körper. Schon oben bei Gelegenheit der contactelektrischen Strömungen haben wir die hierher gehörenden Hauptpunkte erörtert. Wir haben gesehen, daß durch die Spannung zwischen dem Quecksilber oder festen metallischen oder selbst anderen und nur durchfeuchteten Leitern und homogenen oder heterogenen thierischen Theilen kleinere oder größere elektrische Strömungen hervorgerufen werden. Es frägt sich nun, ob z. B. die verschiedenen Ausdünstungsverhältnisse durch die Variation ihrer Mengen und ihrer Qualität im Leben so influiren, daß durch sie Abänderungen der Strömungsintensität und der Strömungsrichtung hervorgerufen werden. Wir haben aber oben gesehen, daß die Strömungsrichtungen wenigstens, und, so weit sich dieses mit Wahrscheinlichkeit feststellen läßt, selbst die Declinationsgrößen durch den Tod und sogar durch mehrstündiges Liegen in destillirtem Wasser nicht geändert werden. Es bleibt daher nach unserm gegenwärtigen Wissen nur die Annahme übrig, daß die Differenzen der Hautausdünstung in den verschiedenen Lebenszuständen und nach dem Tode auf die Fähigkeit der Haut, contactelektrische Strömungen zu erregen und zu leiten, nicht influenziren. Da es, wie wir gesehen haben, weniger die chemische Differenz, als der Dichtigkeitsgrad zu sein scheint, welcher einem thierischen Theile in Verhältniß zu einem andern einen elektropositiven Charakter aufdrückt, so ließe sich höchstens erwarten, daß nur solche Secretionen, welche zu verschiedenen Zeiten ihren chemischen Charakter bedeutend ändern, auch variable elektrochemische Strömungsintensitäten oder Strömungsspannungen erzeugen werden. Allein auch dieses scheint selbst nicht der Fall zu sein. Wenigstens fand Matteucci [1]) dieselbe Abweichung, wenn die Drähte in Leber und Magen eines Kaninchens eingebracht wurden, die Säure des Magensaftes mochte vorhanden oder neutralisirt worden sein.

---

¹) A. a. O. p. 86.

Schönbein[1]) hatte eine eigenthümliche Ansicht über diesen Gegenstand aufgestellt. Nimmt man an, daß die Organoelektricität der Thiere in voltaischer Form auftrete, und daß die Ströme, ähnlich den nach Ampère in Stahl und Eisen befindlichen Molecularströmen, nach allen Richtungen hin verlaufen, so können natürlich weder Tensionserscheinungen noch elektrodynamische Producte eines einzigen Stromes oder gleichgerichteter Ströme hervortreten. Es müßten dann lebende Thiere, unter den Einfluß eines Magneten gestellt, selbst zu Magneten werden. Ihre Molecularströme müßten dann gleich gerichtet werden. Sie müßten die Magnetnadel eben so wie Eisen afficiren. Bis jetzt gelang es aber nicht, durch magnetische Einflüsse ein Thier magnetisch zu machen. Die Mesmer'sche Hypothese, daß ein in dem magnetischen Meridian liegender Mensch selbst zum Magneten werde, hat sich nicht bestätigt. Die Anwendung der Magnete zu heilkünstlerischem Zweck leistet, wie jeder unbefangene Forscher deutlich sieht, Nichts. Auch alle Versuche, die ich in dieser Beziehung an Fröschen anstellte, fielen negativ aus. Berührt man den Kopf eines Frosches mit einem Pole eines Magneten, während ein Fuß oder beide Füße in den Quecksilbernäpfen des Galvanometers tauchen, so entsteht, außer den nothwendigen contactelektrischen Wirkungen keine weitere Bewegung der Nadel des Galvanometers. Auch eine frei herabhängende Magnetnadel wird dann nicht afficirt, vorausgesetzt, daß die Kraft des Magneten nicht so stark ist, daß er in der Distanz der Länge des Frosches auf die Nadel einwirkt. Dann erfolgen aber natürlicher Weise dieselben Effekte, wenn auch der Frosch gänzlich entfernt ist. Da die Einrichtung der magnetoelektrischen Drehmaschinen darauf beruht, daß sehr rasch hinter einander der Anker von dem Magneten losgerissen und wieder an denselben durch geeignete Lage und magnetische Attraction befestigt wird, so bewegte ich nach Beruhigung der Magnetnadel in ähnlicher Weise schwächere und stärkere Magnete an der Haut eines Frosches, dessen zusammengebundene Füße und zusammengeschnürte vordere Extremitäten in die Quecksilbernäpfe des Galvanometers tauchten. Auch hier war kein Resultat zu erzielen. Eine Zeit lang glaubte ich durch ganz schwache Magnete zu einem affirmativen Ergebnisse gelangt zu sein. Wenn ich nämlich einen kleinen Anker eines kleinen Magneten magnetisirte und ihn an die Mundspitze eines gebundenen Frosches hielt, dessen Fußzehen in die beiden Quecksilbernäpfe tauchten, so entstand eine entsprechende Abweichung von 1 — 2°, während, wenn ich das Magnetstückchen frei nach rechts oder nach links von dem Frosche hielt, diese geringe Declination ausblieb. Als wahren Grund dieses Scheinresultates glaubte ich aber später die größere Distanz des Magnetstückchens von der Nadel zu erkennen. Wurde der Frosch ganz hinweggenommen, und an den Ort, wo die Mundspitze gelegen hatte, das Magnetstückchen gehalten, so entstand auch eine geringe Declination.

Aus allem ergiebt sich, daß die gegenwärtigen physikalischen Hülfsmittel es nicht gestatten, eigene, von den Lebenserscheinungen abhängige elektrische Tensionserscheinungen und Strömungen nachzuweisen, und daß an den contactelektrischen Erscheinungen der thierischen Körper selbst das chemische Moment weniger als man bisher glaubte, das Bestimmungsmittel ausmache, daß vielmehr wahrscheinlich der Dichtigkeitsgrad eine sehr wesentliche Rolle hierbei spiele.

---

[1]) Beobachtungen über die elektrischen Wirkungen des Zitteraals. Basel 1841. S. 37 — 38.

b) Neuroelektrische Strömungen. Das Erscheinen neuroelektrischer Strömungen kann man an zwei Orte versetzen. 1) Läßt sich denken, daß das aus den Nerven in die Muskeln bei der Contraction der letzteren ausströmende Agens Elektricität selbst sei, oder daß es wenigstens die Fähigkeit habe, elektrische Strömungen zu erzeugen. Die Tensionsphänomene, welche so die Begleiter der Muskelreizbarkeit sein müßten, wollen wir mit dem Namen der elektrischen Neuro-Muscularströmungen belegen. Oder 2) das in den motorischen Nerven centrifugal, in den sensiblen und den sensuellen Nervenprimitivfasern centripetal strömende Agens ist entweder selbst Elektricität, oder hat die Fähigkeit, bei seiner Strömung auch elektrische Strömungen hervorzurufen. Diese Strömungen müßten dann reine neuroelektrische Strömungen genannt werden.

α. Neuromuskularströmungen. αα. Die einfachste Art, um diese, wenn sie existirten, zu finden, müßte die sein, daß man einen reizbaren Muskel durch zwei Metalldrähte oder auf andere Weise mit dem Galvanometer in schließende Verbindung bringt, hierauf, bis die Magnetnadel nicht mehr schwankt, abwartet und dann mittelst Glaspincetten den motorischen Nerven reizt. Am geeignetsten ist hierzu der Musculus gastrocnemius nach Galvani's Methode präparirter Froschschenkel. Allein erzielt man hier nie wahre und constante Abweichungen, man mag den Muskel isoliren wie man wolle, man mag die leitende Verbindung durch befeuchtetes Fließpapier, zwei Platindrähte, zwei Platinbleche, Kupferdrähte, Messingdrähte u. dergl. herstellen. Dasselbe negative Resultat erhält man, wenn man die beiden, z. B. aus Eisen und Kupfer zusammengelötheten Spitzen der zu thermoelektrischen Versuchen bestimmten Drähte anwendet oder einen Kupferdraht mit seiner einfachen Mittelspitze einsticht, während seine Gabelschenkel in die Näpfe des Galvanometers tauchen. Eben so negativ bleiben die Resultate, wenn man mit dem Galvanometer zwei Metalldrähte in Verbindung bringt, und das freie Ende des einen Drahtes in den M. gastrocnemius einsticht. Von zwei anderen Drähten, welche mit einer kleinen galvanischen Säule in Verbindung stehen, wird der eine Metalldraht mit dem zweiten Metalldrahte des Galvanometers, der andere ebenfalls mit dem M. gastrocnemius in Contact gebracht. Die Magnetnadel lenkt natürlich sehr bedeutend ab. Hat sie sich beruhigt, so erregt man durch Druck des N. ischiadicus Contractionen. Durch diese entstehen aber keine Declinationen. Auf die hier an dem Apparate mit den größeren Quecksilbernäpfen zu erzielenden Ergebnisse werden wir bald zurückkommen.

ββ. Schon weniger rationell ist es, die beiden Poldrähte in den Nerven und den Muskel zu stechen und durch Druck des Nerven oberhalb der Einstichsstelle Contractionen hervorzurufen. Auch hier sind die Ergebnisse durchaus negativ.

γγ. Eine noch weniger gerechtfertigte Methode besteht darin, die Pole in das Gehirn und einen Körpermuskel einzustechen und nun Contractionen zu erzeugen, weil man hier mit ganz unbekannten Werthen rechnet. Die neueren Versuche von Pacinotti und Puccinotti [1]) beruhen auf diesem schwankenden Boden. Die Verfasser sehen es als wesentlich an, daß der Leiter zugleich derjenige Theil sei, welcher in Gehirn und Muskel eingestochen werde. Sie bedienen sich daher als solcher der Platinbleche und erhalten, wie

---

[1]) Atti della prima riunione degli scienzati italiani; tenuta in Pisa nell' Ottobre del 1839. Pisa. 4. p. 258 – 260.

sich natürlich erwarten läßt, Declinationen von 15 — 60°, die nach ihnen immer in einer constanten Richtung von dem Kopfe nach den Muskeln erfolgen und sich von den contactelektrischen und thermoelektrischen dadurch unterscheiden sollen, daß sie mit Erregung des Thieres steigen, mit Blutverlust desselben sinken. Aehnliche Angaben lieferten Zantedeschi und Fario [1]), welche Leiter von Eisen- oder Silberdrähten gebrauchten, und nur Deviationen von 3 — 15° erhielten. Nach ihnen soll bei warmblütigen Thieren eine constante Hautströmung von den Extremitäten nach der Cerebrospinalaxe existiren, während ein innerer Strom umgekehrt verlaufe. Auch diese Tensionserscheinungen sollen mit Abnahme des Lebens und bei geringem Schmerze sich vermindern, bei willkürlichen und convulsivischen Bewegungen sich verstärken, bei heftigem Schmerze und nach dem Tode in die entgegengesetzte Richtung umschlagen. Gegen diese Angaben haben sich mit Recht die von der Turiner Naturforscher-Versammlung niedergesetzte Commission (Orioli, Majochi, Belli, Buffalini, G. Frank und Arcangioli), sowie Beruti im Verein mit Botto, Girola, Bellingeri, Demarchi und Malinverni [2]) erklärt. Nach dem, was wir schon oben in Betreff der contactelektrischen Verhältnisse dargestellt haben, werden jene Ansichten ebenfalls widerlegt. Wir haben gesehen, daß die durch Thiere zu erhaltenden elektrischen Strömungen durch den Tod weder in der Richtnng noch wahrscheinlich in der Größe geändert werden, und daß die Constanz der Richtung selbst bei einer Species nach dem statischen Momente und anderen Verhältnissen eines und desselben Thieres variirte. Dazu kommt noch, daß die Application fester metallischer Leiter in jeder Beziehung so unsicher ist, daß auf solche Versuche, wenn sie sich nicht absolut beständig erweisen, gar nichts zu geben ist. Die Erfahrung von Folchi, daß Einstechen der Drähte in die graue und weiße Substanz des Rückenmarkes eine Deviation von 6° nach Westen erzeugen soll, ist einerseits nicht allgemein wahr, und beweis't andererseits Nichts.

δδ. Matteucci [3]) erzielt mittelst seines oben erwähnten Apparats mit den vier Salzgefäßen während der Muskelcontraction Abweichungen der Nadel des Galvanometers. Ich habe diese Versuche an demselben Apparate mit stärkeren und schwächeren Salzlösungen wiederholt und oft auch durch die Contraction mehr oder minder bedeutende Declinationen, bisweilen dagegen schwache oder gar keine erhalten. Was schon oben bei den contactelektrischen Verhältnissen gegen den Matteucci'schen Apparat bemerkt worden, wäre auch hier zu wiederholen. Zweckmäßiger erweis't sich wieder zu solchen Versuchen der Apparat mit den größeren Quecksilbernäpfen. Man präparirt einen noch reizbaren Froschschenkel so, daß alle Theile des Oberschenkels, mit Ausnahme des N. ischiadicus hinweggenommen werden, während Unterschenkel und Fuß entweder unverletzt bleiben oder nur abgehäutet sind. Nun legt man den Ueberrest des Oberschenkels oder den Unterschenkel auf die Quecksilberoberfläche des einen, den Fuß auf die des andern Gefäßes und läßt den N. ischiadicus frei herabhängen. Im Momente des Auflegens entsteht eine bedeutende Abweichung. Man wartet, bis die Nadel zur Ruhe gekommen und erzeugt hierauf dadurch Contractionen, daß man den N. ischiadicus mittelst einer Glas-

---

[1]) Bulletin de l'Académie royale de Bruxelles. 1840. II. p. 43 — 50.

[2]) Esperienze sulla esistenza delle correnti elettro-fisiologiche negli animali a sangue caldo. Torino. 1840. 8.

[3]) A. a. O. p. 75 — 85.

spitzenpincette drückt. Im Momente der Contraction entsteht eine neue Abweichung, die sich in günstigen Experimenten bis zu 60 — 100° steigern kann. Schon der Umstand, daß oft die Declination centripetal ist, zeugt dagegen, daß sie von neuroelektrischen Strömungen herrühren. Daß es aber bloß contactelektrische Verhältnisse seien, lehrt der Umstand, daß man eine ähnliche und selbst stärkere Abweichung erzielt, wenn man nur das Präparat mechanisch rüttelt, weil dann andere Theile des Quecksilbers (oder des Salzwassers) mit den thierischen Theilen in Berührung kommen, und so neue Spannungsverhältnisse entstehen. Alle Abänderungen des Versuches lassen sich auf dieses Princip reduciren. So giebt z. B. Eintauchen der Vorderfüße eines enthaupteten Frosches in das eine, der Hinterfüße in das andere Gefäß, sobald man durch Reizung des Rückenmarkes mittelst einer Glasspitze Zuckungen hervorruft, aus denselben Gründen starke Abweichungen.

εε. Der bekannte von Marianini zuerst beobachtete und leicht zu bestätigende Umstand, daß centrifugale galvanische Ströme, welche in den Körper eines Thieres oder eines Menschen eingeleitet werden, tetanische Krämpfe erzeugen, oder dieselben, wenn sie schon da sind, verstärken, daß dagegen centripetale Strömungen dieselben aufheben, muß natürlich bei Behandlung der neuromuskularen Strömungen die Aufmerksamkeit auf die tetanischen Zustände und die dieselben hervorrufenden Gifte leiten. Matteucci[1]) fand auch, daß der von ihm als eigenthümlich angesehene galvanometrische Strom während des Tetanus mangelte. Ich kann zwar nach meinen, am Quecksilberapparate angestellten Versuchen das Ausbleiben der Nadelabweichung während des Starrkrampfs nicht bestätigen, fand aber auch eine verhältnißmäßig bedeutend geringere Abweichung, als sich sonst erwarten ließe. Ich vergiftete Frösche, indem ich ihnen Strychnin in die Mundhöhle brachte. Sobald die tetanischen Krämpfe anfingen, legte ich das Thier mit der Mundspitze und den Fußzehen auf die beiden Quecksilberoberflächen und wartete ab, bis sich die Schwankungen der Nadel beruhigten. Traten nun Tetanusanfälle von selbst oder nach Reizung der Haut ein, so wich natürlich die Nadel jedoch verhältnißmäßig schwächer als früher ab. Noch bestimmter stellte sich der Einfluß des Tetanus heraus, wenn dieser nicht bloß einen Augenblick dauerte, sondern einige Zeit anhielt. Senkte man dann Mundspitze und Fußzehen in das Quecksilber ein, so entstanden Declinationen von meist nur 10°, während durch Eintauchen der beiden erwähnten Theile außerhalb der Krampfanfälle Abweichungen von 20 — 60° hervorgerufen werden. Wir werden weiter unten noch auf andere hier zu erwähnende Wirkungen zurückkommen.

ζζ. Bei allen bisherigen Versuchen wurde das Galvanometer als Prüfungsmittel der elektrischen Neuromuskularströmungen gebraucht. Legte ich an den Knopf eines Bohnenberger'schen oder eines einfachen Goldblattelektrometers, das sehr empfindlich war, den M. gastrocnemius eines präparirten Froschschenkels, und reizte mit einer Glasspitzenpincette den N. ischiadicus, so entstand in dem Momente der Contraction nicht der geringste Effect auf die Goldblättchen. Einerseits hatte man aber nicht versucht, ob unter dem Einflusse der Muskelcontraction, Eisen in den Stand gesetzt werde, Eisenfeilspähne anzuziehen. Anderseits hatte man nicht geprüft, ob nicht die Neuromuskularströmungen ohne Vermittelung von Elektricitätsströmungen im Eisen Magnetismus erzeugen könnten. Schon Vavas-

[1]) A. a. O. p. 82.

fenr und Berandi wollten Nadeln magnetisch gemacht haben, indem sie dieselben in Nerven eines lebenden Thieres steckten. Prévost [1]) stach eine feine Stahlnadel durch die Muskeln eines lebenden oder todten, noch mit Reizbarkeit versehenen Frosches längs der Direction der Muskelfasern ein, und brachte die frei hervorstehende Spitze derselben mit Eisenfeilspähnen in Berührung. Die Molecule der letzteren sollen sich dann, wie man unter der Lupe sehe, durch den temporären Magnetismus der Nadel so ordnen, wie wenn sie von einem Magneten angezogen würden. Wenn man bedenkt, welche magnetische Kraft zur Erzielung dieses Ergebnisses nothwendig sei, so hätte man am Galvanometer schon längst Spuren von Neuromuskularströmungen beobachten müssen. In der That kamen auch sowohl der Verfasser [2]) als Peltier [3]) bei Wiederholung der genannten Versuche nur zu durchaus negativen Resultaten.

ηη. Die von Berthold, W. und E. Weber an dem Gauß'schen Apparate angestellten Versuche, beschränken sich auch auf negative Ergebnisse. Die Verfasser sahen nur die erzielten Declinationen vorzüglich als das Resultat thermoelektrischer und weniger als das elektrochemischer Einflüsse an. Dagegen bemerkte Eduard Weber [4]), daß der Magnetstab des Gauß'schen Apparates sich, wenn sich in dessen Nähe ein Muskel zusammenzieht, abweiche.

ϑϑ. Da bei den gewöhnlichen Galvanometern dadurch, daß der Kupferdraht der Windungen an die beiden Bolzen angelöthet ist, und in diesen erst die Kupferbleche haften, ein Theil der Wirkung verloren geht und diese Instrumente noch sensibler würden, wenn man mit den Kupferdrähten selbst operiren könnte, da anderseits es wissenschaftlich wünschenswerth war, einen genauern Apparat, als den von Prévost angewendeten, zu versuchen, so ließ ich Bündel von zehn gleich langen und hufeisenförmig gebogenen Eisenstäbchen mit acht Kupferdrähten, die vorher genau mit Seide umsponnen und mit Kopalfirniß bestrichen waren, und von denen jeder 20 Fuß Länge hatte, umwinden. Die beiden Enden der Drähte wurden metallisch gemacht, und zu Spitzen zusammengedreht. Die Eisenstäbe selbst legte man horizontal, und mit den freien Polenden 1 Zoll weit von dem Nordpole einer sehr sensiblen astatischen Nadel, die über einen in 360° getheilten Kreis schwang, entfernt. Die Empfindlichkeit des Apparates war so groß, daß Schließung der beiden Drahtenden durch ein Zink-Kupferplattenpaar von 1 Quadratlinie Durchmesser eine Abweichung der Nadel um einen bis mehrere Grade erzeugte, und daß dann auch die Spitzen des Hufeisens Eisenfeilpartikelchen anzogen und diese durch Papier hindurch bewegten. Wurden beide Drahtspitzen in einen Muskel oder in Nerv und Muskel gesteckt, so entstanden auch noch deutlich wahrnehmbare Grade von Magnetismus. Nun präparirte ich reizbare Froschschenkel nach Galvani's Methode, steckte den einen Draht in den M. gastrocnemius, den andern durch den N. ischiadicus und wand den letztern um die Drahtspitze herum, so daß ein Stückchen des obern Nervenendes noch frei blieb. Sogleich entstand eine Abweichung der astatischen Nadel. Nun wartete man, bis diese sich fixirte und kneipte dann das freie Ner-

---

[1]) Bibliothèque universelle de Genève. Tome XII. p. 206.

[2]) Repert. III. p. 40. 41.

[3]) Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série. Zoologie. Tom. IX. p. 89—96.

[4]) Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae. 1836. 4. p. 25. 26.

venstück mit der Glaspincette. Es erzeugten sich Contractionen, aber nicht die geringsten Veränderungen der Magnetnadel. Eben so negativ blieben die Resultate, wenn man die beiden Drahtspitzen in den Muskel oder in Muskel und Rückenmark steckte, oder wenn man den Muskel mit einer Spirale von 6 — 8 Umgängen des achtfachen Drahtes umwand; wurde es so unmöglich, directe electrische Strömungen zu erhalten, so ließ sich natürlich von Inductionsversuchen noch weniger erwarten. Um jedoch auch hier zu experimentiren, wurde ein 1 Fuß langer und 2''' dicker Eisenstab auf die bekannte Faraday'sche Weise mit doppelten Drähten umsponnen. Man erhielt bei diesem Apparate mittelst einer aus zwei runden Zink-Kupferplattenpaaren von 3 Zoll Durchmesser bestehenden Säule, bei welcher destillirtes Wasser als Leiter angewendet wurde, einen inducirten Strom, der an dem Galvanometer 10 — 12° Declination gab. Tauchten aber die zwei Enden des Einen Drahtes in das Quecksilbernäpfchen des Galvanometers, während die beiden Enden des andern Drahtes in den Muskel gesteckt wurden, so entstand, sobald man den N. ischiadicus drückte und so Contractionen erregte, am Galvanometer auch nicht die geringste Spur eines inducirten Stromes. Eben so negativ blieben die Resultate, man mochte die Drähte um den Muskel herumlegen, in Muskel und Nerv oder in den Nerven allein stecken.

ιι. Daß der Frosch mit anderen Körpern die Eigenschaft theilt, die bekannten Peltier'schen secundären Ströme hervorzurufen, dürfte wohl kein vorurtheilsfreier Naturforscher als Beweis für die Existenz von Neuromuskularströmungen ansehen.

κκ. Es blieb noch zu untersuchen, ob die etwa existirenden Neuromuskularströmungen im Stande wären, chemische Zersetzungen hervorzubringen. Ich legte daher einen befeuchteten Streifen von Jodkaliumpapier, von dessen leichter Braunfärbung am positiven Pole einer kleinen galvanischen Kette ich mich vorher überzeugt hatte, auf eine Glasplatte, auf welcher sich auch der Frosch befand, steckte zwei Platindrähte in den Musculus gastrocnemius des lebenden Thieres und ließ die beiden anderen Enden des Platins auf dem Jodkaliumpapier ruhen. Dieses letztere war so empfindlich, daß es auf eine Zinkkupferplatte von einer Quadratlinie Durchmesser sogleich reagirte. Meistentheils entstand bei dem obigen Froschversuche keine Zersetzung. Allein in einigen Fällen zeigte sie sich, wenn ich das Jodkaliumpapier mit starker Jodkaliumlösung durchfeuchtet hatte, daß nur eine sehr dünne Flüssigkeitsschicht an der Oberfläche war, die beiden Platindrähte mit ihren Enden darauflegte, und nun den M. gastrocnemius, sei es vom unverletzten Thiere oder vom Rückenmarke aus, oder von dem N. ischiadicus aus zu rasch auf einanderfolgenden Contractionen reizte. Es entstand in der Umgebung des Platindrahtes eine schwache bräunlich gelbe Färbung der Flüssigkeitsschicht, die, gleich der braunen, durch stärkere elektrochemische Wirkungen bewirkten Färbung, an der Luft wieder verschwand. Legte ich zwischen dem umgebogenen N. ischiadicus und dem M. gastrocnemius Jodkaliumpapier, so begann schon durch die elektrochemische Spannung chemische Zersetzung. Ob sie, während man den Hüftnerven drückte, stärker wurde oder nicht, ließ sich nicht entscheiden. Wurden dagegen die Contractionen durch eine galvanische Zinkkupfersäule hervorgerufen, so entstanden meist Zersetzungen, die jedoch sich bedeutend verstärkten, wenn die Pole der Säule ohne Vermittelung des ableitenden thierischen Körpers auf das Papier wirkten. Hierher gehört auch noch

ein Versuch von Matteucci [1]). Die Achillessehne einer lebhaften und präparirten Froschextremität wird mit Josephspapier, das mit Jodkaliumlösung getränkt ist, umwickelt. Dadurch, daß man den Unterschenkel gegen den Hüftnerven zurückbiegt, erzeugt man eine Reihe von Zuckungen. Nach einigen Secunden entsteht an den Nervenfäden eine gelbliche Farbe, so daß dann die positive Strömung von dem Nerven zu dem Muskel gehen würde. Einfache Eintauchung des N. ischiadicus in Jodkaliumlösung färbt diesen letztern nicht. Ich habe den Versuch wiederholt, erhielt aber, ich mochte die Contractionen nur durch den Muskel oder durch den Druck des Nerven bewirken, keine Färbung des Nerven, dagegen allerdings eine äußerst schwache braungelbliche Teinte an der Seite, wo der Nerv auflag, während die, welche den Muskel berührte, weiß blieb. Die Färbung war bald verhältnißmäßig ziemlich intensiv, bald nur im Minimum vorhanden und fehlte auch oft gänzlich. Jedenfalls ist es auffallend, daß, da sonst, wie wir gesehen haben, der Muskel gegen den Nerven positiv ist, die Spur chemischer Zersetzung an diesem und nicht an jenem erscheint. Entweder ändert das Jodkalium als chemischer Körper die geringen Contactgegensätze um, oder es findet durch die Contraction eine eigene Spannung Statt, welche ein Minimum von Zersetzuug, wie durch den positiven Pol der Säule, hervorruft. Die erstere Annahme dürfte vielleicht noch dahin erläutert werden können, daß das Kalium des Jodkaliums die negative Stelle bestimme. Da nun die Contactspannungen der thierischen Körper überhaupt so äußerst gering sind, und die Berührungsoberfläche am Muskel und die Durchtränkung desselben mit Kali verhältnißmäßig größer ist, als am Nerven, so werde jener eben dadurch negativ, so daß der Nerv als positiver Pol und bräunend auftrete. Dazu könnte noch angeführt werden, daß ich bisweilen, wenn ich bei todten Fröschen feuchtes Jodkaliumpapier auf dem M. gastrocnemius und auf diesem den Hüftnerven liegen ließ, geringe Spuren von bräunlicher Färbung auf Seite des Nerven, nicht aber des Muskels wahrzunehmen glaubte. Jedoch läßt sich wiederum dagegen sagen, daß bei Prüfungen am Galvanometer, welche nach der oben bei den contactelektrischen Erscheinungen beschriebenen Methode vorgenommen wurden, der Muskel zum Nerven positiv blieb, man mochte ihn allein oder den Nerven allein oder beide mit Jodkaliumlösung imprägniren.

β. Reine neuroelektrische Strömungen. Hier sollte das in dem Innern der Nervenprimitivfasern selbst während der sensuellen und sensiblen Actionen centripetal, während der Bewegung centrifugal strömende Agens im Stande sein, elektrische oder magnetische Strömungen hervorzurufen oder elektrochemische Zersetzungen zu erzeugen. Als Gründe, welche zu Versuchen über diesen Punkt anregen, können 1) die Aehnlichkeit der isolirten Leitung des Nervenfluidums in den peripherischen Primitivfasern mit der isolirten Leitung elektrischer Ströme in Drähten, welche mit Seide umsponnen oder auf andere Weise isolirt sind; 2) die so sensible Erregung der Strömungen des Nervenfluidums durch elektrische Ströme; und 3) das noch weiter unten zu besprechende Gesetz, daß die Richtungen der eingeleiteten elektrischen und der Neurofluidalströmungen zusammenfallen, daß centripetale elektrische Ströme Schmerz, centrifugale Bewegung erregen. Auf den ersten Blick dürften aber zwei Umstände alle Bemühungen der Art vergeblich zu machen scheinen. 1) Die Feuchtigkeit der thierischen Theile. Denn isoliren wir auch den Nerven gänzlich und legen ihn auf

[1]) A. a. O. p. 79.

eine Glasplatte, so können wir es doch nicht verhindern, daß das in ihm enthaltene Wasser ableitend wirke, die Strömung weiter nach den anderen Theilen verbreite und ihre Effecte auf das Galvanometer entweder ganz aufhebe oder wenigstens sehr bedeutend schwäche. 2) Da die Scheide der peripherischen Primitivfasern für das Nervenfluidum isolirend wirkt, so könnte sie vielleicht sich auf gleiche Art gegen die den Nerven berührenden Leiter verhalten. Nun ist es aber unmöglich, daß wir den Leiter in den Primitivfaserinhalt einbringen. Wir können daher auch nicht das Galvanometer mit den Strömungen des Nervenfluidums in andere als mittelbare und vielleicht isolirende Berührung bringen. Es bliebe daher Nichts übrig, als die Versuche da, wo keine Isolation der Primitivfasern stattfindet, d. h. am Gehirn und Rückenmark zu machen. Hier trete jedoch wieder die unabweisliche Feuchtigkeit als unwiderstehliches Hinderniß entgegen. Gegen diese beiden Arten von Einwendungen lassen sich aber auch Gegenfacta und Gegengründe vorbringen. Wir werden bald sehen, daß durch eine einfache Versuchsmethode die Ableitung der Feuchtigkeit ohne wahrscheinliche gänzliche Aufhebung der Strömung des Nervenfluidums eliminirt werden kann. Es müßten daher Versuche der Art wenigstens am Gehirn und vorzüglich am Rückenmarke gelingen, wenn selbst die Isolirtheit der peripherischen Primitivfasern einen unübersteiglichen Damm entgegensetzte. Daß das Letztere aber nicht der Fall sei, dafür ließen sich zwei Gründe anführen. 1) Werden die von Außen eingeleiteten elektrischen Ströme durch die isolirenden Scheiden der peripherischen Primitivfasern weder abgehalten, noch in ihrer Richtung verändert. 2) Sehen wir, daß, wo eine elektrische Strömung in eine magnetische umgewandelt wird, die Isolation der erstern das freie Erscheinen der letztern durchaus nicht stört. Das Eisen, welches sich in der Nähe des langen, mit Seide umsponnenen und gefirnißten und isolirten Kupferdrahts befindet, wird, wenn durch den letztern ein elektrischer Strom durchgeht, auf der Stelle magnetisch. Es ist daher jedenfalls, so viel Gründe sich auch a priori dafür und dawider anführen lassen, wenigstens experimentell zu prüfen, ob reine neuroelektrische Ströme vorhanden seien oder nicht.

αα. Die bis jetzt gangbare Methode bestand darin, daß man zwei Platindrähte, welche in die Quecksilbernäpfchen des Galvanometers tauchten, mit ihren freien Enden in zwei longitudinal distante Punkte des Nerven steckte und nach Beruhigung der Magnetnadel die motorischen Primitivfasern des Nerven oberhalb der Einstichsstelle reizte. Die früheren Versuche von Person, Joh. Müller, dem Verfasser, Breschet und Becquerel, Bischof und Joly fielen durchaus negativ aus. Ich habe dasselbe Experiment an dem oben erwähnten sehr sensiblen Schröder'schen Galvanometer mit Platinblechen, kurzen und 1½ Fuß langen und ½ Linie dicken Platindrähten wiederholt. Die Magnetnadel zeigte, während die heftigste Contraction erfolgte, auch nicht ein Minimum von Bewegung. Dieselben negativen Resultate erfolgten, wenn an einem enthaupteten Frosche alle Theile des Oberschenkels bis auf den N. ischiadicus entfernt, die beiden Platindrähte in den Nerven, seiner Längendistanz nach eingesteckt und durch Reizung des Rückenmarks mittelst eines Glasstabes Convulsionen erzeugt wurden.

ββ. Bekanntlich verläuft der durch eine elektrische Strömung erregte magnetische Strom nicht in gleicher Ebene mit jener, sondern in einer Direction, welche auf der erstern senkrecht steht. Nun haben wir oben bewiesen,

daß auf die ganz gleiche Weise die während der Entladung stattfindende elektrische Strömung der Zitterfische auf der Strömungsebene des Nervenfluidums senkrecht ist. Man könnte sich daher denken, daß, indem die Strömung des Nervenfluidums elektrische Spannungsströmungen erzeugte, etwas Aehnliches stattfinde. Die beiden Drahtspitzen müßten daher mit ihrer kürzesten Distanz die longitudinale Richtung der Primitivfasern senkrecht schneiden, wenn Effecte am Galvanometer wahrgenommen werden sollten. Deshalb umwickelte ich den isolirten N. ischiadicus mit feinem Kupferdraht, dessen beide Enden in die Quecksilbernäpfe des Galvanometers tauchten. In anderen Versuchen nahm ich feinen mit Seide umsponnenen Kupferdraht und bildete entweder eine einfache Querschlinge um den Nerven oder umspann diesen spiralig. In allen diesen Fällen entstanden, wenn ich den Nerven oberhalb der Druckstelle reizte, gar keine oder nur eine äußerst schwache, nicht 1° betragende und deßhalb kaum in Anschlag zu bringende Abweichungen.

$\gamma\gamma$. Da, wie schon oben bemerkt wurde, die in dem Nerven enthaltene Feuchtigkeit, wenn dieser auch immerhin auf einer trocknen Glasplatte möglichst isolirt ist, die elektrischen Strömungen leiten müßte, so untersuchte ich abgeschnittene Nerven, deren dem Centrum näheres Ende gereizt wurde. Daß keine Muskeln mehr vorhanden waren, konnte, da durch das Durchschneiden nicht augenblicklich alle Reizbarkeit schwindet, für die Wahrnehmung reiner neuroelektrischen Strömungen Nichts ausmachen. Alle Resultate fielen durchaus negativ aus, obgleich ich mit freien Longitudinal- oder Querdrähten, einfachen oder umwickelten Dräthen operirte oder den Nerven selbst spiralig um den geraden Draht herumwickelte. Eben so wenig erhielt ich durch die gleichen am isolirten Rückenmarke der Frösche angestellten Versuche ein Ergebniß. Hier rührte sich die Nadel sogar in allen Fällen nicht im mindesten.

$\delta\delta$. Da Ligatur eines Nerven den weitern Fortgang des Nervenfluidums hemmt, und es sich daher zwischen der Reizungs- und der Unterbindungsstelle anhäufen muß, so experimentirte ich mit unterbundenen Nerven. Es blieben aber auch dann alle Versuche gleich negativ.

$\varepsilon\varepsilon$. Auch mit thermoelektrischen, aus Kupfer und Eisen zusammengelötheten Drähten mit endständigen Löthungsstellen angestellte Experimente, die ich sowohl zur Prüfung von reinen neuroelektrischen, als von Neuromuskularströmungen anwandte, fielen negativ aus. Eben so negative Ergebnisse resultirten, wenn man zwei übersilberte Kupferdrähte in ihrer Hälfte zu Einem Drahte zusammenflocht, die beiden gabeligen Enden in die Quecksilbernäpfe des Galvanometers tauchen ließ und das einfache Ende in den Nerven steckte.

$\zeta\zeta$. Endlich wiederholte ich alle eben angeführten Modificationen des Versuchs sowohl mit dem N. ischiadicus als mit dem Rückenmarke an dem Quecksilberapparate des Galvanometers selbst. Meist erfolgte keine Ablenkung der Nadel, wenn das Rückenmark oder der Nerve gedrückt wurden. Allein bisweilen trat eine solche ein. Die Theile wurden auf die Quecksilberoberflächen gelegt. Der Druck auf den Nerven wurde erst angebracht, als die Magnetnadel sich vollkommen beruhigt hatte. So z. B. wich in einem Falle die Nadel nach dem Auflegen um + 20,5° ab, ruhte auf + 12° und rückte bei Druck des Nerven bis 15,5°. Obgleich hier dasselbe gilt, was von der Contactelektricität bemerkt worden, und daher der Quecksilberapparat den Apparaten mit festen metallischen Leitern vorzuziehen ist, so bin ich doch weit entfernt, auf jene Abweichungen deßhalb Schlüsse zu bauen,

weil sie einerseits öfter fehlen, als vorhanden sind, und weil der Apparat, wenn er gut eingerichtet ist, eine solche Empfindlichkeit hat, daß die geringste Verrückung der organischen Theile und die dadurch erzeugte neue Berührung und Spannung Declinationen hervorruft.

ηη. Alle obigen Versuche wurden auch, gleich den neuroelektrischen, mit dem oben beschriebenen umsponnenen Hufeisen wiederholt. Die Resultate waren durchgängig negativ.

Resumiren wir nun alle Ergebnisse, so müssen wir aus ihnen den Schluß ziehen, daß die Physik noch kein sicheres Mittel an die Hand giebt, Neuromuskularströmungen oder die in dem Nerven sich fortpflanzenden Wellen des Nervenfluidums in elektrische und diese in magnetische umzuwandeln, oder richtiger gesagt, die einen durch die anderen zu erregen oder durch die erzeugten elektrischen Strömungen chemische Zersetzungen hervorzurufen. Gleich neckenden Irrlichtern traten bei den zahlreichen Versuchen einzelne Spuren auf, die sich jedoch theils nicht allgemein bewährten, theils auch in anderen Ursachen ihren Grund haben konnten, theils immer nur unbestimmte Fingerzeige liefern. Zu den inconstanten Erscheinungen gehören die bisweilen vorkommende schwache Zersetzung des Jodkaliums oder der Jodkaliumstärke durch Muskelcontraction, die jedoch vielleicht in der durch Reibung erhöhten galvanischen Thätigkeit ihren Grund haben kann, die an dem Quecksilberapparate durch Druck des Nervens wahrgenommenen geringen Abweichungen, welche jedoch durch mechanische Verrückungen entstehen können, und die nach Weber erscheinenden Schwankungen des Magneten des Gauß'schen Apparats, wenn sich in dessen Nähe ein Muskel zusammenzieht. Bedenkt man, daß die Haut ein so kräftiger Isolator ist, so hat es nicht viel Wahrscheinliches, daß die entstehenden Strömungen, wenn sie gar existirten, so nach Außen wirkten, daß Bewegungen des Magneten entständen. Zu Fingerzeigen dürften eher die Verhältnisse des Tetanus und des Strychnins führen. Da bei dem Starrkrampfe oft die Abweichungen viel geringer gefunden wurden, als bei gesunden oder nicht in Tetanus befindlichen Fröschen, so dürfte hier wenigstens Ein Factum entgegentreten, wo durch Neuromuskulaturverhältnisse Veränderung der Contactelektricitätsströmungen eintreten. Im Betreff des Strychnins hatte ich in einer ersten Versuchsreihe gefunden, daß Frösche, bei welchen ich vorher die constanten contactelektrischen Verhaltnisse bestimmt und die ich dann mit Strychnin vergiftet hatte, ihre Strömungsrichtung entweder bei unverletzter Haut oder nach dem Abziehen derselben umkehrten. Allein nachdem ich dieses Gesetz bei 144 Galvanometer-Bestimmungen constant gefunden zu haben glaubte, stieß ich später auf solche Ausnahmen, daß ich an der Richtigkeit des scheinbar Gesetzlichen sehr zweifelte, da sich einerseits bei anderen Fröschen die Umkehrung nicht zeigte, anderseits, wie schon oben bemerkt wurde, auch bei anderen Fröschen das bloße Abziehen der Haut die Polaritäten umändert und die positive Rolle den Füßen zuwendet. In seinen contactelektrischen Verhältnissen ist das Strychnin im Verhältniß zu destillirtem Wasser, zu Muskeln und vielleicht den Nerven elektropositiv, im Verhältniß zu concentrirter Kochsalzlösung negativ. Hätte es aber auch, was sich jedoch nicht beweisen läßt, eine eminentelektropositive Eigenschaft, so würde dieses zwar das Erscheinen der centrifugalen Nervenströmungen und der Krämpfe gewissermaßen erklären, bewiese aber Nichts für die vorliegende Frage, da dann durch den Contact des Strychnins mit den weichen thierischen Theilen ein elektropositiver centrifugaler Strom entstände.

Es bleibt daher als Hauptgrund der Vermuthung, daß durch Strömungen des Nervenfluidums auch elektrische Ströme erzeugt werden können, die große Empfindlichkeit der Nerven gegen Elektricität. Wir wissen, daß die Strömungen des Lichts, der Wärme, des Magnetismus, der Elektricität und der chemischen Zersetzung unter gewissen Bedingungen einander erregen. Wir sehen, daß elektrische Ströme Strömungen des Nervenfluidums hervorrufen. Der Schluß, daß auch das Entgegengesetzte stattfinden könne, hat so viel Fesselndes, daß wir mit mehr Wahrscheinlichkeit die unzureichenden Mittel der gegenwärtigen Physik, als die Unmöglichkeit jener Umwandlung für den Grund der bisher fast stets negativen Versuchsresultate anzusehen geneigt werden. Diese Annahme wird noch durch die Geschichte der Elektricitätserkenntniß der elektrischen Fische unterstützt. Als schon der Elektromagnetismus entdeckt, als schon das Galvanometer erfunden war, neigte sich einer der ersten Physiker und Chemiker Englands, H. Davy, nach seinen am Zitterrochen angestellten Untersuchungen zur Annahme einer eigenen organischen Elektricität hin. Wenige Jahre später entfernten die Bemühungen zahlreicher Physiker jeden scheinbaren Unterschied zwischen der physikalischen Elektricität und der der Zitterfische. Es könnte sich leicht dasselbe in Betreff der neuralen oder Neuromuskularströmungen wiederholen. Ich bin individuell überzeugt, daß man früher oder später eine Methode finden wird, um durch die Neuralströme elektrische Ströme zu erzeugen. Allein diese ganze Sache hat ein mehr theoretisches Interesse und besitzt überhaupt nicht mehr die Wichtigkeit, welche man ihr beilegt, da wir jetzt schon bestimmt wissen, daß Nervenfluidum und Elektricität eben so wenig identisch sind, als Elektricität und Magnetismus. Hierfür haben wir den definitiven Beweis in den elektrischen Fischen. 1) Die Natur hatte es hier zur Absicht, diesen Thieren die elektrischen Entladungen als Waffen zu geben. Wären die Neuralströmungen elektrische, so brauchte sie keine elektrische Organe zu construiren; sie brauchte nur in einer nervenreichen Gegend einen Condensator oder Multiplicator anzubringen, um ihren Zweck zu erreichen. Eben so wenig als wir aber durch Condensation oder Multiplication der Strömung des Nervenfluidums bis jetzt stärkere elektrische Ströme zu erzeugen vermochten, eben so wenig gebraucht die Natur ein solches Mittel. Sie erzeugt vielmehr in den elektrischen Organen wahrscheinlich Analoga galvanischer Batterien. 2) Wir haben gesehen, daß im Momente der Entladung der positive elektrische Strom auf der Strömungsebene des Nervenfluidums senkrecht steht, gerade wie die Ebene der durch eine elektrische Strömung erregten magnetischen Strömung die Ebene des erregenden Elektricitätsstroms senkrecht schneidet. Daß aber hiermit das Marianini'sche Gesetz, daß die positiven centripetalen elektrischen Strömungen centripetale, die centrifugalen centrifugale Strömungen des Nervenfluidums zur Folge haben, nicht im Widerspruche stehen, werden wir in der Folge (s. d. Art. Galvanismus) beweisen. Sind aber Elektricität und Nervenfluidum nicht identisch, sondern können sie nur, wie andere allgemeinere Agentien einander wechselseitig erregen, so ist die Hauptentdeckung dieses Gebiets, wie man leicht sieht, schon längst gemacht worden. Schon seit Jahrhunderten kannte man Phänomene der Wärme, des Magnetismus, der Elektricität. Als aber die erste Beobachtung gemacht wurde, daß ein elektrischer Strom die Magnetnadel afficire, wurde die Bahn zu der fruchtbaren Idee gebrochen, daß diese allgemeinen Naturagentien einander erregen und bedingen können. Der Zusammenhang der Thätigkeit der galvanischen Kette mit elektroly-

schen Kräften hatte gewissermaßen auch schon darauf vorbereitet. Allein die Entdeckungen des Thermomagnetismus der magnetelektrischen Induction bildeten nur die ingeniösen Bestätigungen nothwendiger, früher aufgestellter theoretischer Vermuthungen. Seit der Zeit, wo man weiß, daß elektrische Strömungen Neuralströmungen erregen, ist auf diesem Felde des Wissens dasselbe, was die Entdeckung des Elektromagnetismus bot, gewonnen worden. Künftige Beobachter, welche die Erregung elektrischer Strömungen durch Strömungen des Nervenfluidums experimentell nachweisen werden, werden sich das Verdienst erwerben, einen fast unabweislichen theoretischen Analogieschluß zu seinem wahren Werthe zu erheben, d. h. durch die Erfahrung zu bekräftigen.

Wichtigste Literatur.

I. Zitterfische. A. Zitterrochen. Stef. Corenzini osservazioni intorno alle torpedini. Firenze 1678. 4. — M. Girardi, in Memorie di Matematica e Fisica della Società italiana. Tom. III., p. 353 — 570. — Walsh, in Philosophical Transactions. 1773. P. II., p. 461 — 467 u. 1774. p. 464 — 73. — John Hunter, ebendas. 1773. P. II., p. 481 — 489. — Ingenhoufs, ebendas. 1775. p. 481. — Pringle, ebendas. 1775. 1 — 4 u. On the Torpedo. London 1783. — Alex. von Humboldt, u. Gay-Lussac, Annales de chimie. Vol. 56. p. 18. — Todd, Philosophical Transactions. 1816. p. 120 — 126. — Rudolphi, in den Abhandlungen der physikalischen Klasse der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften. Aus den Jahren 1820 und 1821. Berlin 1822. 4. S. 223 — 231. — H. Davy, Philosophical Transactions. 1829. p. 15 — 18. — John Davy, ebendas. 1834. p. 531 — 550. — Colladon, in Froriep's Notizen, Nr. 1093. S. 229. — Linari, ebendas. Nr. 1081. 35. L'institut Nr. 167. 235. — (Antinori) Bibliothèque universelle de Genève. Tom. VII., p. 407. Tom. VIII. p. 395 — 397 u. Froriep's neue Notizen, Nr. 191. 225 — 232. — Matteucci in Froriep's Notizen, Nr. 927. S. 35 u. Nr. 1003. S. 193. — Bibliothèque universelle de Genève. Tom. XII., p. 163 — 204. — Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série, Zoologie. 1837. p. 193 — 224. — Froriep's neue Notizen. Nr. 145 S. 193 — 201, Nr. 185. S. 129 — 133 und Essai sur les phénomènes électriques des animaux. Paris. 1840. 8. — Delle Chiaje anatomiche disamine sulle torpedini. Napoli. 1839. 4.

B. Zitteraal. Williamson, in Philosophical Transactions. P. I. 1775. p. 94 — 101. — Garden, ebendas. p. 102 — 110. — John Hunter, ebendas. 1775. 4. P. II. p. 395 — 407. — S. Fahlberg, Kongl. Vetensk. Academiens Nya Handlingar. 1801. P. II., p. 122 — 156. — Alex. v. Humboldt, Recueil d'observations de Zoologie et d'Anatomie comparée. Vol. I., Paris. 1811. 4. p. 49 — 92. — Rudolphi, in den Abhandlungen der Berliner Akademie. Aus den Jahren 1820 u. 1821. a. a. O. — Faraday, in Philosophical Transactions. 1839. Vol. I., p. 1 — 12 u. in Poggendorff's Annalen. 1840. Ergänzungsband. p. 389 — 405. — Schönbein, Beobachtungen über die elektrischen Wirkungen des Zitteraales. Basel. 1841. 8.

C. Zitterwels. E. Geoffroy St. Hilaire, Annales du Muséum d'histoire naturelle. Tom. I. p. 392 — 407. — Rudolphi, Abhandlungen

der Berliner Akademie 1824. S. 191 — 198. — Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Dritte Auflage. Coblenz 1837. Thl. I., S. 66, 67. — Valenciennes, in Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série, Zoologie. Tom. XIV., p. 241 — 244.

Außerdem über die Anatomie der elektrischen Organe aller genannten Zitterfische s. die bekannten vergleichenden Anatomieen von Cuvier, Carus, Rudolph Wagner. Vergl. noch den von Coldstream bearbeiteten Artikel: Animal electricity in Todd, Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II., London 1839. 8. p. 81 — 98. — In Betreff der unbekannteren elektrischen Fische sind die Quellen: 1) für den angeblichen elektrischen Rhinobatus, Marcgrav, hist. brasil. p. 152. 2) Für Tetrodon electricus, W. Paterson, in Phil. Transact. 1786. P. II., p. 382 u. für Trichiurus electricus, Nieuhoff, Zee en Lant Reize door West- en Ostindien. Amst. 1682. Fol. p. 270.

II. Elektricitätsströmungen anderer Thiere. Außer den über Elektricität und Galvanismus, so wie den über Physiologie handelnden neueren Werken s. Alex. von Humboldt, über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Bd. I. S. 159. — Pfaff und Ahrens, in Meckel's Archiv. Bd. III., S. 161. — Vavasseur u. Berandi, in Froriep's Notizen. Nr. 538. — Pouillet, in Magendie Journal de Physiologie. Tom. V. p. 5. — Person, ebendas. Tom. X. p. 216. — Donné, Annales des sciences naturelles. 1834. Févr. — Bellingeri, in Memorie della reale Academia di scienze di Torino. Vol. XXXI. p. 295 — 318 u. in Froriep's Notizen. Bd. XIX., S. 177. — Sterneberg, Experimenta quaedam ad cognoscendam vim electricam nervorum atque sanguinis facta. Bonnae. 1835. 4. — G. Valentin, in Hecker's neuen Annalen. Bd. I. S. 473. — Folchi, in Froriep's Notizen. Nr. 950. S. 55. — Ed. Weber, Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae. 1836. 4. — Berthold, W. u. Ed. Weber, in Holscher's Annalen. Bd. II., S. 126 — 131. — Prévost, in Bibliothèque universelle de Genève. Vol. XII. p. 206. — Matteucci, in Froriep's neuen Notizen. Nr. 145. S. 193 — 201 und in s. oben angeführten Essai. — Heidenreich in Froriep's neuen Notizen. Nr. 212. 222. 223. — Massay in Fricke's und Oppenheim's Zeitschr. Bd. X. S. 409. — F. Capitaine, de l'influence des courants électriques sur les corps organisés et de leur production spontanée pendant la vie. Paris. 1839. 4. — P. G. Grimelli, osservazioni e esperienze elettro-fisiologiche dirette ad istituire la elettricità medica. Modena. 1839. 8. — F. Puccinotti e L. Pacinotti esperienze sulla esistenza e le leggi delle correnti elettro-fisiologiche negli animali a sangue caldo. Pisa. 1839. 8. — P. Fario e F. Zantedeschi esperienze intorno alle correnti ellettro-fisiologiche negli animali a sangue caldo. Venezia. 1840. 8. —

G. Valentin.

Entzündung und ihre Ausgänge.

Mit dem Worte Entzündung (Phlegmone, Inflammatio) bezeichnet man seit uralter Zeit gewisse krankhafte Vorgänge im thierischen und menschlichen Körper. Wie dieser Name, ohne Zweifel zuerst eingegeben von der erhöhten Temperatur und intensiv rothen Färbung entzündeter Theile, allmälig zu einem Begriffe erhoben wurde, wie dieser Begriff sich im Laufe von Jahren und Jahrhunderten allmälig gestaltete, bald weiter ausgedehnt, bald wieder eingeschränkt wurde, wie man seine Ursache und sein Wesen bald so bald anders zu erklären suchte — dies historisch zu verfolgen bildet eine interessante Aufgabe für die Geschichte der Medicin, ist aber unserm gegenwärtigen Zwecke völlig fremd. Dieser soll nur darin bestehen, die Vorgänge und sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen, welche bei der Entzündung auftreten, darzustellen, ihre Aufeinanderfolge, ihr gegenseitiges Verhältniß zu erforschen und ihre Ursachen, ihr Wesen in soweit zu begreifen, als dies durch Schlüsse geschehen kann, welche sich aus der unmittelbaren Beobachtung des Entzündungsprocesses und aus anderen sicheren Thatsachen der Physiologie und allgemeinen Pathologie ziehen lassen.

Man hat in neuester Zeit theils die Entzündung als eigene Krankheit ganz aufgeben wollen (so Magendie), theils hat man vorgeschlagen, die mit diesem Worte bezeichneten Vorgänge von einander zu trennen und anders zu benennen (Andral's Hyperämie — Eisenmann's Stase). Die Frage, mit welchem Rechte dies geschieht, ist eine sehr schwierige; sie läßt sich nur nach Betrachtung aller Momente des Entzündungsprocesses einigermaßen, und vollständig erst nach einer Vergleichung der sogenannten Entzündung mit den übrigen Krankheiten beantworten: ich lasse daher diese Frage einstweilen dahingestellt; sie wird sich theils im Laufe dieses Abschnittes von selbst beantworten, theils werde ich in einem spätern Artikel nochmals darauf zurückkommen. Als Rechtfertigung, daß die Entzündung mit ihren Ausgängen hier als ein selbstständiger Proceß, als eine eigenthümliche, wohl charakterisirte Krankheitsgruppe dargestellt wird, mag einstweilen folgende Ueberlegung dienen. Alle neueren pathologischen Untersuchungen, welche in guten und sicheren Beobachtungen und in vorsichtig aus diesen gezogenen Schlüssen bestehen, führen immer bestimmter zu der Ansicht hin, daß alle Krankheitsprocesse auf einer Veränderung der normalen Lebenserscheinungen thierischer Theile durch abnorme Einwirkungen beruhen[1]. Betrachtet man concrete Krankheitsfälle, so sieht ein Jeder sogleich, daß die meisten derselben aus einer großen Menge von Symptomen und aus Funktionsstörungen mehrer Gewebe (Gewebe in dem Sinne, wie die neueste Histologie diesen Ausdruck nimmt, so daß auch Blut, Lymphe rc.

[1]) Vergl. Henle's Allgemeine Anatomie. Vorrede S. 7.

hieher gehören) zusammengesetzt sind und daß unter einer großen Menge von Krankheitsfällen kaum zwei sich in allen Einzelnheiten vollkommen gleichen, was theils von der Verschiedenheit der Krankheitsursache (abnormen äußeren Einwirkung) oder von einer Verbindung mehrerer Krankheitsursachen, theils von einer individuellen Verschiedenheit in dem Reactionsvermögen oder im Bau derselben Gewebe bei einzelnen Individuen und dergl. herrühren kann [1]). Wenn man es aber für erlaubt hält, gewisse Krankheitsfälle, welche in gewissen Beziehungen mit einander übereinstimmen, während sie in anderen Symptomen in einzelnen Fällen manche Verschiedenheiten zeigen, mit einem gemeinschaftlichen Namen, z. B. Typhus, Chlorosis, Arthritis u. s. f. zu benennen, so muß man auch zugeben, daß man eine gewisse Gruppe von abnormen Lebensäußerungen, welche sich immer in derselben Aufeinanderfolge wiederholen, unter dem Namen Entzündung zusammenfaßt; selbst wenn man weiß, daß einzelne der hiehergehörigen Vorgänge unter anderen Verhältnissen für sich oder in anderen Verbindungen auftreten können.

Ist damit auch die Darstellung der Entzündung als eines selbstständigen Krankheitsproceßes vorläufig gerechtfertigt, so ist es doch ungleich schwieriger, ja unmöglich, von vorneherein eine ausreichende Definition von Entzündung zu geben. Die Entzündung besteht aus einer Reihe von Vorgängen, die aber fast alle auch einzeln oder in anderen Verbindungen auftreten können, ohne das man sie dann mit dem Namen der Entzündung belegen kann: nur dann, wenn diese Vorgänge in einer gewissen Reihe aufeinander folgen, ist Entzündung zugegen. Aber auch damit ist der Begriff der Entzündung noch nicht praktisch erschöpft. In den einzelnen Vorgängen, welche dieselbe constituiren, treten oft Verschiedenheiten auf; bisweilen fehlen einzelne Momente, bisweilen kommen andere hinzu, und die Entzündung tritt dadurch, wie jede abstract aufgefaßte Krankheit, mit vielen anderen in innige Verbindung, ja geht in dieselben über. Daher hat die folgende Darstellung, wie jede Beschreibung einer aus dem Zusammenhang mit allen übrigen herausgerissenen Krankheitsgruppe nothwendig viele Lücken, manche Verbindungsfäden mußten abgerissen, manche Uebergänge konnten nur kurz berührt, auf manches praktisch Wichtige nur hingedeutet werden [2]).

Die einzelnen Momente des Entzündungsprocesses und deren Aufeinanderfolge sind, wie die Beobachtung lehrt, folgende: Zuerst bemerkt man eine Verengerung der Capillargefäße, das Blut strömt schneller durch dieselben hindurch. Darauf werden sie weiter; das Blut fließt in ihnen langsamer, jedoch gleichmäßig. Später wird der Blutlauf unregelmäßig, das Blut fließt stoßweise vorwärts und rückwärts; es oscillirt, wie der Pendel einer Uhr; endlich stockt es völlig und bewegt sich nicht mehr. Die Gefäße zerreißen stellenweise und es bilden sich Blutextravasate im Parenchym. Gleichzeitig mit dem Stocken des Bluts ergießt sich Blutserum in das Gewebe der umliegenden Theile;

---

[1]) Dies nur im Vorbeigehen. Die nähere Erforschung dieser Verhältnisse wird in einem spätern Artikel genauer berücksichtigt werden.

[2]) Die ganze Darstellung gründet sich größtentheils auf eigene sehr zahlreiche Beobachtungen; manche davon sind neu. Wo sie als Beweise und als Grundlagen für Folgerungen benutzt werden, erlaubte der Raum häufig nicht, dieselben in extenso mitzutheilen. Ich war deßhalb öfter genöthigt, auf meine »pathologische Anatomie« und auf die dieselbe begleitenden »Erläuterungstafeln der pathologischen Histologie«, welche beide noch im Laufe dieses Jahres erscheinen werden, zu verweisen. Es versteht sich von selbst, daß ich für alle angeführten Thatsachen, bei denen nicht ausdrücklich ein Anderer citirt ist, selbst die Gewährleistung übernehme.

später tritt die ganze Blutflüssigkeit, das Blutplasma, durch die Gefäßwände hindurch und verbreitet sich in der Umgebung. Diese Momente in dieser Aufeinanderfolge bilden im Verein mit einigen anderen sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen: Röthe, Hitze, Schmerz, Geschwulst, die Entzündung. Mit dem Eingetretensein der erwähnten Reihe von Vorgängen ist die Entzündung als solche erschöpft. Die ausgetretene Blutflüssigkeit erleidet aber noch verschiedene weitere Veränderungen, die wir als Ausgänge der Entzündung später betrachten wollen.

Wir betrachten nun diese einzelnen Vorgänge näher:

1) Verengerung der Capillargefäße mit beschleunigter Fortbewegung des Bluts. Bei Beobachtungen an der Schwimmhaut der Froschfüße sieht man diese Erscheinung fast immer der Erweiterung der Gefäße vorausgehen, doch erfolgt nach Einwirkung starker mechanischer oder chemischer Reize nicht selten die Erweiterung plötzlich, ohne daß man eine vorgängige Verengerung bemerken kann. In solchen Fällen fehlt also die Verengerung entweder ganz, oder sie macht so schnell der Erweiterung Platz, daß sie der Beobachtung entgeht. Beim Menschen, wo die Vorgänge im Gefäßsystem sich nicht unmittelbar unter dem Mikroskope beobachten lassen, können wir doch aus gewissen Erscheinungen schließen, daß auch hier in manchen Fällen von Congestion der Erweiterung der Gefäße eine Verengerung derselben vorhergeht. Die Verengerung der Capillargefäße zieht nämlich immer Verminderung der normalen Röthe, also Blässe des entsprechenden Körpertheiles nach sich. Die Nothwendigkeit dieser Folge leuchtet von selbst ein, wenn man bedenkt, daß die rothe Farbe der Haut und der übrigen Körpertheile nur von dem in ihren kleinen Gefäßen cirkulirenden Blute herrührt; je mehr sich nun der Durchmesser dieser kleinen Gefäße verengt, um so mehr herrscht der Masse nach die ungefärbte Zwischensubstanz vor, um so blässer wird also die Färbung des Theiles. Blässe der Haut kann freilich noch aus anderen Ursachen entstehen: durch Verminderung der Blutmasse überhaupt, durch relative Abnahme des rothen Blutfarbestoffs, durch Infiltration mit Blutserum (Oedema), durch Aufhören der Herzbewegung (Asphyxie — es scheint, daß dann die Capillargefäße das in ihnen enthaltende Blut zuerst austreiben, früher als die großen Gefäße) u. s. w. Aber aus allen diesen Gründen läßt sich die plötzlich erscheinende Blässe nicht erklären, welche bei Gemüthsbewegungen, bei Schrecken, Furcht, bei Einwirkung von Kälte und aus ähnlichen Ursachen im ganzen Körper oder einzelnen Theilen desselben eintritt. Daß diese Blässe in einer Verengerung der Haargefäße ihren Grund hat, ist ziemlich gewiß und mehr als eine bloße Hypothese. Da nun auf diese Blässe häufig vermehrte Röthe folgt, welche in einer Erweiterung der Capillargefäße ihren Grund hat (so bei Einwirkung von Kälte, bei manchen Leidenschaften, Zorn, heftigem Aerger, beim Fieber, wo die Blässe des Froststadiums im Hitzestadium durch erhöhte Röthe verdrängt wird), so kann man wohl schließen, daß auch beim Menschen der Erweiterung der Haargefäße in manchen Fällen eine Verengerung vorausgeht. Ob dies aber immer der Fall ist, ist eine andere Frage: in der Mehrzahl der Fälle läßt sich wenigstens keine der Congestionsröthe vorausgehende Blässe bemerken; die Verengerung der Haargefäße muß also, wenn sie anders eintritt, sehr schnell vorüber gehen.

Wenn es nach dem Ebenerwähnten noch zweifelhaft ist, ob die Verengerung der Gefäße immer den Anfang der Entzündung bildet, also ihr wesentlich ist, so gilt dies nicht von der Erweiterung.

2) Erweiterung der Haargefäße kommt immer, ohne alle Aus-

nahme bei der Entzündung vor, ist für dieselbe wesentlich. Dies lehrt die unmittelbare Beobachtung am Froschfuße sowohl als die mikroskopische Untersuchung der verschiedensten im Entzündungszustande begriffenen Theile des menschlichen Körpers; überall erscheinen die Haargefäße erweitert, ihr Durchmesser größer als gewöhnlich, ihr Lumen mit Blut überfüllt. Die Gegenwart dieser Erscheinung läßt sich aber auch an solchen Theilen erschließen, die man nicht unmittelbar unter dem Mikroskope beobachten kann. In den erweiterten Capillaren ist immer mehr Blut zugegen, als im normalen Zustande; die Menge der rothen Blutkörperchen ist im Verhältniß zu den ungefärbten oder anders gefärbten Theilen des umgebenden Parenchyms größer als gewöhnlich, der Theil muß also schon dem unbewaffneten Auge nothwendig mehr geröthet erscheinen. Die Röthe wird aber um so intensiver, je mehr die Haargefäße erweitert sind, je mehr sie also Blutkörperchen aufnehmen können. Die einzige Ursache aber, welche vermehrte Röthe eines Theiles des menschlichen Körpers in Krankheiten oder nach dem Tode bewirken kann, ist (nur wenige, höchst seltene Fälle ausgenommen) der Blutfarbestoff. Dieser ist nun entweder im aufgelös'ten Zustande in das Parenchym der Theile infiltrirt, oder an den Blutkörperchen haftend, mit diesen in das Parenchym abgelagert (als Extravasat), oder als eine übergroße Menge Blutkörperchen in den erweiterten Gefäßen enthalten. Wo man also nicht annehmen darf, daß die vermehrte Röthe von einer Infiltration des aufgelös'ten Blutfarbestoffes oder von einem Extravasat herrührt[1]), da kann man ziemlich gewiß sein, daß sie in einer Erweiterung und Blutüberfüllung der Haargefäße ihren Grund hat. Dies letztere ist aber bei allen Entzündungen ohne Ausnahme der Fall.

Die bisher beschriebenen Vorgänge bestanden in Veränderungen der Haargefäße selbst; eine andere Reihe von Erscheinungen bemerkt man an dem in den Gefäßen enthaltenen Blute. So lange die Gefäße verengt sind, strömt das Blut in ihnen rascher als im Normalzustande; so bald sie sich erweitern, wird der Blutlauf langsamer (man sieht dies unter dem Mikroskope an der Vorwärtsbewegung der einzelnen Blutkörperchen), noch später wird er unregelmäßig, oscillirend, die Blutsäulen in den einzelnen Haargefäßen gehen im regelmäßigen Takte vorwärts und rückwärts, wie eine in Bewegung gesetzte Säge (doch schreiten die einzelnen Blutkörperchen dabei allerdings vorwärts, indem das Vorrücken jedesmal mehr beträgt, als das Zurückweichen, wie man sieht, wenn man unter dem Mikroskope ein und dasselbe Blutkörperchen längere Zeit im Auge behält). Endlich stockt das Blut ganz; alle Bewegung desselben hat aufgehört. Die Uebergänge von einem dieser Vorgänge in den andern erfolgen bald sehr langsam und allmälig, bald rasch und plötzlich: nach reizenden chemischen Einwirkungen, z. B. Betupfen mit Essigsäure, tritt am Froschfuße oft ohne vorgängige Beschleunigung, ja ohne allmäliche Verlangsamung und Oscilliren des Blutlaufes sogleich eine vollkommene Stockung desselben ein.

Diesen Veränderungen in der Fortbewegung des Bluts im Ganzen entsprechen gewisse Veränderungen in dem Verhalten der einzelnen Blutkörperchen zu einander und zum Lumen des Gefäßes. Beim normalen Kreislaufe fließen die Blutkörperchen nebeneinander oder nacheinander in der Mitte des Gefäßes, sie adhäriren nicht aneinander, gleiten in größeren Gefäßen oft eines über das andere hinweg, ohne aneinander zu haften; der äußere Theil des Gefäßlumens

---

[1]) Die unterscheidenden Merkmale dieser verschiedenen Arten von Röthe s. in meiner patholog. Anat. und in den Erläuterungstafeln z. path. Histol. Taf. 11.

zunächst den Wänden enthält gar keine, oder nur wenige Blutkörperchen, er führt nur Blutflüssigkeit und einzelne Lymphkörperchen. So wie der Blutlauf sich verlangsamt und Oscillationen eintreten, legen sich die Blutkörperchen mehr aneinander; die einzelnen lassen sich zwar noch vollkommen unterscheiden, aber sie berühren sich und sind in den kleineren Haargefäßen oft mit den größeren Oberflächen säulenförmig fest aneinander gedrückt, wie die Geldstücke in den Geldrollen; der äußere Theil der Gefäße zunächst den Wänden bleibt noch frei und scheint nur von Plasma erfüllt. Bei gänzlicher Stockung des Bluts verschwindet der freie Saum an den Wänden, das Gefäß ist völlig seinem ganzen Lumen nach mit Blutkörperchen erfüllt und diese sind dicht aneinander gedrängt, bilden scheinbar eine homogene, unbestimmt körnige Masse, in der man kaum einzelne Blutkörperchen unterscheiden kann. Aber diese Verschmelzung ist nur scheinbar. Sobald das auf solche Weise stockende Blut aus den Haargefäßen entleert wird, durch Anstechen, Druck auf das bedeckende Glasplättchen unter dem Mikroskope u. dgl., erlangt es sogleich sein normales Aussehen wieder und die Blutkörperchen werden wieder deutlich: sie haben durchaus keine wesentliche Veränderung erlitten (diejenigen ausgenommen, welche den Austritt des Blutes unter allen Umständen begleiten, z. B. daß bei den Körperchen des Froschbluts nun der vorher nicht sichtbare Kern erscheint).

Die im Vorhergehenden betrachteten Erscheinungen, Erweiterung der Haargefäße und Ueberfüllung derselben mit Blut, mit oder ohne vorhergehende Verengerung der Capillaren, treten auch ohne Entzündung für sich auf; man nennt sie dann Congestion oder besser Blutüberfüllung (Hyperämie) der Haargefäße. Die Congestion ist aber einer der verschiedenen Vorgänge, welche in einer gewissen Aufeinanderfolge die Entzündung bilden, und zwar der Zeit nach der erste dieser Vorgänge.

3) Mit dem Stocken des Blutes in den Haargefäßen kommt zur Congestion ein neues Moment hinzu. Man kann dasselbe mit dem Namen der Stase bezeichnen. Es ist dadurch charakterisirt, daß die Bewegung des Blutes in den Haargefäßen ganz aufhört und die Blutkörperchen sich auf die oben beschriebene Weise dicht aneinander legen, so daß man die Umrisse der einzelnen nicht mehr erkennt; daß sie ferner nicht bloß die Mitte, sondern das ganze Lumen der erweiterten Gefäße ausfüllen.

In dieser Periode, vielleicht auch schon früher, beobachtet man sehr häufig, ja gewöhnlich, Austreten von Blut im Ganzen (mit Blutkörperchen) in das Parenchym oder in benachbarte Höhlen (entzündliches Extravasat). Solches ausgetretene Blut findet man im Verlaufe von Entzündungen fast in allen Organen, im Gehirn bei entzündlicher Apoplexie, in den Lungen bei Pneumonie, in der Leber, den Nieren, der Milz u. s. f. bei Entzündungen dieser Theile. Da dieses ausgetretene Blut immer eine unendliche Menge von unversehrten Blutkörperchen enthält [1]), und die Blutkörperchen nicht wohl durch die unverletzten Wandungen der Gefäße hindurchschwitzen können, so muß der Bildung dieses Extravasates nothwendig eine Zerreißung der Gefäße vorausgehen. Ja in manchen Fällen müssen außer den Gefäßen auch noch andere Theile zerrissen werden; so findet man bei Pneumonie immer unversehrte Blutkörperchen im Auswurf. Damit dies möglich werde, müssen aber nicht nur die Wandungen der Blutgefäße, sondern auch Stellen der Lungenzellen- oder Bronchien-Schleimhaut zerreißen. Das ergossene Blut bildet bald sehr

[1]) Vergl. eine große Anzahl von mikroskopisch untersuchten Fällen in meiner patholog. Anat.

viele kleine, mit unbewaffnetem Auge kaum wahrnehmbare Blutpunkte im Parenchym, bald größere zusammenhängende Massen, Extravasate von bedeutendem Umfang. Im erstern Falle zerreißen wahrscheinlich die kleinsten Gefäße an vielen Stellen, im letztern ein oder mehrere Gefäße von größerem Durchmesser. Das Extravasat ist gewöhnlich flüssig, seltner geronnen; letzteres ist nur dann der Fall, wenn das ausgetretene Blut große Massen bildet, bei bedeutenden apoplektischen Ergießungen im Gehirn, bei reichlicher Hämoptoë in den Bronchien. Das geronnene Extravasat verhält sich ganz so wie das außerhalb des Körpers geronnene Blut nach Aderlässen ꝛc.; seine Blutkörperchen sind in den geronnenen Faserstoff des Plasma eingeschlossen. Das flüssige Blutextravasat enthält immer Blutkörperchen, welche wenig oder nichts von ihrer normalen Beschaffenheit eingebüßt haben. Sie hängen bisweilen aneinander, und zeigen dann, z. B. in den rostfarbigen Sputis bei Pneumonie, in der Regel das Eigenthümliche, daß sie nicht wie im geschlagenen Blute säulenförmig, wie die Geldstücke in den Geldrollen, mit den platten Flächen, sondern zeilenförmig, wie die Blätter von Cactus Oppuntia, mit den schmalen Rändern aneinander hängen. Entleert man dieses flüssige Blutextravasat so sorgfältig als möglich, so gerinnt es gewöhnlich kurze Zeit nach seiner Entfernung aus dem Körper.

Hand in Hand mit dem Stocken des Bluts in den Haargefäßen geht immer eine andere Erscheinung, ein Durchschwitzen des Blutserums (der Blutflüssigkeit ohne den Faserstoff) durch die Gefäßwände in das Parenchym oder in nahegelegene Höhlen. Diese Erscheinung läßt sich am leichtesten beobachten bei Entzündungen der Haut in Folge von Verbrennungen, Blasenpflastern, heftigem Reiben oder Druck, bei Erysipelas bullosum u. s. w. Hier erhebt sich auf einer gewissen Stufe der Entzündung die Oberhaut in eine Blase, welche eine in ihrer chemischen Zusammensetzung ganz mit dem Blutserum übereinkommende Flüssigkeit enthält. Auch bei Entzündungen tiefer gelegener Theile findet man häufig nach dem Tode Blutserum in das Parenchym des entzündeten Theiles infiltrirt (Hautwassersucht nach Scharlach — entzündliches Oedem der Lungen). Die ergossene Flüssigkeit hat in allen angeführten Fällen immer dieselben qualitativen chemischen Bestandtheile, wie das Blutserum; bisweilen gleicht sie demselben auch in ihrer quantitativen Zusammensetzung vollkommen, doch nicht immer; sie enthält dann zwar dieselbe Menge von Salzen, aber weniger Eiweiß, als das normale Blutserum [1]). Dieses Austreten von Blutserum begleitet die Blutstockung auch in anderen Fällen, wo keine Entzündung zugegen ist, z. B. bei den meisten Arten von Hydrops: man darf also wohl schließen, daß beide Momente zusammengehören, oder vielmehr, daß die Blutstockung immer den Austritt von Blutserum nach sich zieht.

Wir haben also als zweites auf die Congestion folgendes Moment des Entzündungsprocesses die Blutstockung mit Austritt von Blutserum (Stase) kennen gelernt. Aber die Stase ist nur ein Moment des Entzündungsprocesses, sie tritt überdies für sich in Fällen auf, wo von Entzündung keine Rede sein kann; es ist daher fehlerhaft, den ganzen Entzündungsproceß mit dem Namen der Stase, wie dies von Eisemann u. a. m. geschieht, zu bezeichnen.

In manchen Fällen von Entzündung scheint der Austritt von Blutserum so untergeordnet, und dieses Moment so rasch in das folgende überzugehen, daß es kaum bemerkt wird.

---

[1]) Vergl. eine Zusammenstellung von eigenen und fremden chemischen Analysen in meiner path. Anatomie.

4) Das letzte Moment der Entzündung besteht in dem Austreten der gesammten Blutflüssigkeit, des Blutplasma (Blutserum mit Faserstoff) aus den Gefäßen in die umliegenden Theile. Es erfolgt durch die unverletzten Gefäßwände hindurch mittelst Durchschwitzung. Dieser Vorgang findet immer bei jeder wahren Entzündung Statt und läßt sich leicht beobachten. Oeffnet man die bei Entzündungen der Haut in Folge von Verbrennungen, Blasenpflastern u. s. f. gebildeten, mit Flüssigkeit erfüllten Blasen sogleich nach ihrer Entstehung, so findet man sie mit Blutserum gefüllt; wartet man länger, so enthält die Flüssigkeit derselben auch Faserstoff und gerinnt nach ihrer Entleerung; die bloßgelegte Stelle bedeckt sich dann allmälich mit einer Schichte von geronnenem Faserstoff. Nach Entzündungen der Pleura, des Peritoneum wird bisweilen durch die Operation der Paracentese dieser serösen Säcke eine Flüssigkeit entleert, welche aufgelös'ten Faserstoff enthält und nach ihrer Entleerung von selbst gerinnt. Auch im Gehirn fand ich nach Entzündung dieses Organes einmal eine neugebildete nußgroße Höhle mit einer hellen, farblosen Flüssigkeit angefüllt, welche entleert nach einiger Zeit von selbst gerann.

Die in allen diesen Fällen entleerte Flüssigkeit gleicht in ihren qualitativen chemischen Bestandtheilen immer dem Blutplasma; sie enthält Faserstoff, Eiweiß und Salze in einer wässerigen Auflösung. Ihre quantitative chemische Zusammensetzung kann ziemlich viele Verschiedenheiten darbieten; bald gleicht sie auch hierin ganz dem normalen Blutplasma, gewöhnlich enthält sie etwas weniger, selten mehr Faserstoff und Eiweiß als dieses [1]).

Das austretende Blutplasma tränkt, durchdringt das umgebende Parenchym oder sammelt sich in natürliche oder künstliche Höhlen. Es bleibt bald längere Zeit flüssig und kann in diesem Falle wieder resorbirt, oder durch die Operation während des Lebens oder auch noch nach dem Tode entleert werden; bald gerinnt es durch Consolidation des in demselben aufgelös'ten Faserstoffes. Dieser geronnene Faserstoff füllt dann in parenchymatösen Organen alle Zwischenräume zwischen den Elementartheilen des Gewebes und alle natürlichen Höhlen desselben aus, so daß alle Theile von demselben wie von einem enge anschließenden Kitt umgeben, gewissermaßen eingemauert sind. So erfüllt das geronnene Exsudat bei der Pneumonie nicht bloß alle Zwischenräume zwischen den Lungenfasern, den Luftzellen und den Blutgefäßen, wobei es die letzteren zusammendrückt, es erfüllt auch die Höhlen der Luftzellen selbst [2]). Auf Flächen, z. B. bei Entzündungen der Oberhaut, der serösen Häute, bildet der geronnene Faserstoff schichtenweise Ablagerungen, im Innern seröser Höhlen wohl auch vollständige geschlossene Säcke, oder er bildet Flocken, die in der Flüssigkeit schwimmen. Von allen diesen Verhältnissen wird später, bei Betrachtung der Entzündungsausgänge, noch ausführlicher die Rede sein.

Das dritte wesentliche Moment der Entzündung ist also der Austritt des Blutplasma aus den Haargefäßen (Exsudation). Dieses Austreten von Blutplasma kommt zwar auch bei der normalen Ernährung vor, aber nie in dem bedeutenden Grade wie bei der Entzündung.

Mit diesem Moment ist eigentlich der Entzündungsproceß geschlossen. Ist das umgebende Parenchym mit Blutplasma erfüllt und dieses geronnen, so werden selbst die Blutgefäße dadurch comprimirt und so der Fortdauer der Entzündung durch ihr eigenes Product ein Ziel gesetzt. Die Entzündung kann sich dem Orte nach weiter ausbreiten auf umliegende gesunde Theile, aber dem

---

[1]) Vergl. eine Zusammenstellung von Analysen in meiner pathol. Anat.
[2]) Vergl. meine Erläuterungstafeln z. path. Histol. Taf. 16.

Wesen nach sind mit dem Austritt von Blutplasma die sie constituirenden Vorgänge erschöpft. Die weiteren Erscheinungen beziehen sich auf das Schicksal des entzündeten Theils im Ganzen oder auf die Weiterentwickelung des entzündlichen Ersudats, also auf die Schicksale des Entzündungsproducts. Wir betrachten diese verschiedenen Vorgänge später als Entzündungsausgänge.

Vorher wollen wir aber eine Zeit lang den Boden des positiven auf Beobachtung sich gründenden Wissens verlassen und so viel es möglich ist durch Schlüsse uns von den Ursachen des Entzündungsprocesses, seinem Wesen und dem Zusammenhange der verschiedenen Vorgänge desselben Rechenschaft zu geben suchen.

Wir haben folgende Momente der Entzündung unterschieden: 1) Congestion. 2) Stase. 3) Exsudation. An sie schließen sich noch folgende immer vorhandene Erscheinungen an: Schmerz, Geschwulst, Hitze, Röthe. Es soll unsere nächste Aufgabe sein, den Zusammenhang und die Ursachen dieser Vorgänge aufzufinden.

1) Congestion. Die erste durch die mikroskopische Untersuchung außer Zweifel gesetzte Thatsache ist die, daß die Capillargefäße enger werden und das Blut schneller durch sie hindurchströmt. Als Ursachen dieses Vorganges lassen sich folgende denken:

a. entweder die Wände der Haargefäße ziehen sich selbstständig zusammen und es entsteht dadurch eine Verengerung ihres Lumen, oder

b. das ganze Parenchym des Organs zieht sich zusammen und die Haargefäße werden secundär, durch den Druck des Parenchyms verengt.

Es ist schwer, sich aus der Beobachtung mit Bestimmtheit für das eine oder andere zu entscheiden. An den meisten Theilen, wo man den Vorgang direct unter dem Mikroskope beobachten kann, z. B. am Froschfuß sind die Wände der Haargefäße mit dem umgebenden Parenchym innig verbunden und beide Erklärungsarten haben gleiche Wahrscheinlichkeit für sich; Contraction der Haargefäße muß nothwendig das Parenchym nachziehen und umgekehrt Zusammenziehung des Parenchyms Verengerung der Haargefäße bewirken. Die Beobachtung des Vorgangs an laxeren Theilen, wo Parenchym und Gefäße in weniger innigem Zusammenhang stehen, z. B. an den Gefäßen des Mesenteriums, scheint für eine selbstständige Zusammenziehung der Gefäße zu sprechen, wenigstens läßt sich hier nicht einsehen, wie das aus lockerm Bindegewebe bestehende Parenchym selbst bei der heftigsten Contraction eine so gleichmäßige Verengerung der Haargefäße hervorbringen könnte, wie man sie in der Natur beobachtet. Die Erfahrung, daß größere Gefäße, namentlich Arterien, sich selbstständig verengern können, kann nicht als Beweis für eine selbstständige Verengerung der Haargefäße gelten, da erstere wirkliche Muskelfasern enthalten, welche letzteren fehlen; sie kann aber eben so wenig als Gegenbeweis dienen, da die Haut der Haargefäße, auch ohne eigene Muskelfasern zu besitzen, dennoch contractil sein kann [1]).

Auf der andern Seite sprechen manche Erfahrungen für eine secundäre Verengerung der Capillaren in Folge einer Zusammenziehung des Parenchyms. So die Zusammenziehung der Haut, die sogenannte Gänsehaut, in Folge von Kälte, bei Fieberfrost 2c. Hier werden offenbar die Haargefäße verengert: dies geht aus der Blässe der afficirten Haut hervor; zugleich erfolgt aber auch eine Zusammenziehung des Gewebes der Haut, der in allen Richtungen mit einander

---

[1]) Vgl. Henle's allgem. Anatomie. S. 523.

verflochtenen Bündel von Bindegewebefasern, welche die Grundlage der Cutis bilden, wie man aus dem Hervortreten der eingeschnürten Haarbälge rc., welche eben die Gänsehaut verursachen, schließen muß. Man kann aber nicht wohl annehmen, daß hier die zusammengezogenen Blutgefäße die Fasern des Parenchyms mechanisch nachgeschleppt und dadurch die Einschnürung der Haarbälge veranlaßt hätten. Jeder, der die Cutis mikroskopisch untersucht und sich von der Elasticität und Widerstandskraft ihres Gewebes überzeugt hat, wird gewiß diese Ansicht theilen.

Sehr wahrscheinlich kommen also beide oben erwähnte Fälle vor, und ohne Zweifel auch ein dritter, daß sich nämlich Haargefäße sowohl als Parenchym gleichzeitig aus derselben Ursache zusammenziehen. Wir können also wohl sagen: »die Verengerung der Capillaren erfolgt entweder durch selbstständige »Zusammenziehung ihrer Wandungen, oder secundär in Folge der Zusammen»ziehung des Parenchyms der Organe, oder endlich durch beide Ursachen zu»gleich.«

Fragen wir nun weiter nach dem letzten Grund dieser Zusammenziehung, so tritt uns als solcher jedenfalls die äußere Veranlassung entgegen, welche die Congestion hervorruft. Aber wie bewirkt diese eine Zusammenziehung der erwähnten Theile?

Wir können uns hier folgende Möglichkeiten denken: die Congestionsursache wirkt entweder

A. unmittelbar auf die Gefäßwände oder das Parenchym; dann kann die Zusammenziehung sein:

1) rein mechanisch, 2) rein chemisch, 3) vital, bedingt durch eine eigenthümliche in den physiologischen Eigenschaften dieser Theile begründete Kraftäußerung derselben; oder

B. sie wirkt zuerst auf das Nervensystem und vermittelst desselben auf die Gefäßwände und das Gewebe des Parenchyms; hier ist wieder ein doppelter Fall möglich:

1) sie wirkt unmittelbar auf die peripherischen Nerven, oder

2) sie wirkt auf dieselben mittelbar durch die Centraltheile des Nervensystems, also durch Reflex.

Prüfen wir diese Möglichkeiten an den Thatsachen, welche uns eine nüchterne Beobachtung liefert.

Sehr oft entstehen Blässe der Haut und Gänsehaut als die Erscheinungen des ersten Moments der Congestion, welches uns hier beschäftigt, beim Menschen durch rein psychische Ursachen, durch Zorn, Schauder, Furcht, Aerger u. dgl. In allen diesen Fällen kann an eine locale Einwirkung der Ursache auf die peripherischen Nerven oder gar auf die Gefäßwände und das Parenchym des afficirten Theiles nicht gedacht werden: die Ursache wirkt hier offenbar primär auf die Centraltheile des Nervensystems und erst mittelbar von diesen aus durch die peripherischen Nerven auf Gefäßwände oder Parenchym.

Ist es nun auch in diesen Fällen ziemlich gewiß, daß die Zusammenziehung von den Centraltheilen des Nervensystems abhängt und eine vitale sei, so schließt dies doch die Möglichkeit nicht aus, daß in anderen Fällen, wo die Einwirkung der Ursache eine örtliche ist und der Effect auf die Einwirkungsstelle beschränkt bleibt, die Ursache unmittelbar auf die peripherischen Nerven, oder mit Umgehung dieser auf die Gefäßwände und das Parenchym einwirken kann. Solche Fälle sind die, wo örtliche Einwirkung von Kälte, örtliche Application von Reagentien, z. B. Essig, örtliches Reiben, eine vorübergehende, auf die Einwirkungsstelle beschränkte Blässe der Haut veranlaßt. In diesen Fällen

jetzt schon entscheiden wollen, auf welche Weise, durch welche Mittelglieder die Ursache wirkt, ist nicht nur sehr schwer, sondern überdies eine unfruchtbare Untersuchung; wir wissen ja noch nicht einmal, was für Nerven es sind, welche die Zusammenziehung der Haargefäße oder der nicht aus Muskelfasern bestehenden Elemente des Parenchyms vermitteln. Daher müssen wir vor der Hand wenigstens an die Möglichkeit denken, daß in gewissen Fällen die Ursache unmittelbar auf die Gefäße oder das Parenchym einwirken könne.

Wir haben oben gesehen, daß die Wirkungsweise der Ursache in manchen Fällen offenbar eine vitale ist: möglicherweise könnte sie in anderen Fällen, z. B. bei Einwirkung von Kälte, von Essigsäure, eine rein physikalische oder chemische sein. Aber die Beobachtung lehrt, daß auch in diesen Fällen auf die momentane Zusammenziehung der Gefäße später eine Erweiterung derselben folgt. Nun ist aber sehr schwer einzusehen, wie dieselbe physikalische oder chemische Einwirkung erst eine Verengerung, dann eine Erweiterung der Gefäße bewirken soll; es wird also wahrscheinlich, daß die Verengerung auch hier vitaler Natur ist. Wir haben also das Resultat gewonnen, daß die Verengerung der Haargefäße in vielen Fällen gewiß, in anderen wenigstens wahrscheinlich vitaler Natur ist; daß sie ferner in vielen Fällen bestimmt mittelst Reflex von den Centraltheilen des Nervensystems abhängt, in anderen Fällen aber möglicherweise auch von einer unmittelbaren Einwirkung der Ursache auf die peripherischen Nerven, oder auf die Gefäßwände oder das Parenchym entstehen kann.

Die gleichzeitige Blässe des Theils ist aber eine nothwendige Folge der Verengerung der Gefäße, da es sich von selbst versteht, daß verengte Gefäße weniger Blut aufnehmen, also der ganze Theil nothwendig weniger geröthet erscheinen muß.

Eine andere die Verengerung der Haargefäße begleitende Erscheinung ist die, daß das Blut schneller durch die verengten Kapillaren hindurchfließt, als früher. Diese durch die Beobachtung festgestellte Thatsache beruht wahrscheinlich auf rein physikalischen Gründen und ist eine Folge der Verengerung der Kapillaren. Wenn eine gewisse Quantität Flüssigkeit mit einer gewissen Kraft durch eine Röhre vorwärts getrieben wird und man verengt die Röhre, während die Propulsivkraft dieselbe bleibt, so muß die Flüssigkeit nothwendig schneller fließen. Derselbe Vorgang findet natürlich auch bei Verengerung der Kapillargefäße Statt; aber hier kommen Umstände hinzu, welche einen strengen physikalisch-mathematischen Beweis durch Rechnung, wie ihn Einige führen wollen, unmöglich machen. Die Zusammenziehung betrifft in den meisten Fällen nur die Haargefäße, nicht die größeren Arterien; diese führen dem afficirten Theile immer noch die frühere Blutmenge zu, die wegen des Drucks der nachfolgenden Blutsäule in derselben Zeit durch die jetzt verengten, wie durch die früher weiteren Kapillaren hindurch geführt werden muß; das Blut muß also im Haargefäßsysteme nothwendig schneller fließen als früher. So weit ist der Beweis sicher und läßt keinen Einwurf zu; seine Gültigkeit wird aber geschwächt durch Berücksichtigung des Kollateralkreislaufs. Der Widerstand gegen den Blutlauf in den verengten Kapillaren wird nach physikalischen Gesetzen um so größer, je größer die Geschwindigkeit und je enger die Röhre wird; der Widerstand der übrigen, nicht verengten Haargefäße, die Propulsivkraft des Herzens und der größeren Arterien bleiben aber dieselben wie früher. Die übrigen nicht verengten Kapillaren müssen daher, weil sie weniger Widerstand leisten als die verengten, verhältnißmäßig mehr Blut aufnehmen als früher, wodurch nothwendig die Geschwindigkeit des Blutlaufs in den verengten Gefäßen vermindert wird. Da wir die Größe dieser verschiedenen Factoren ihrem Zah-

lenwerthe nach nicht bestimmen können, so ist es auch unmöglich, die Sache streng durch Rechnung zu beweisen. Wir müssen uns daher begnügen zu sagen: Es ist höchst wahrscheinlich, daß die vermehrte Geschwindigkeit des Blutlaufs in den verengten Haargefäßen eine bloße Folge der Verengerung ist und auf rein physikalischen Gründen beruht.

Das zweite Moment der Congestion besteht in Erweiterung der Haargefäße, einer größern Blutmenge und langsamern Blutbewegung in denselben. Die Beobachtung lehrt uns, daß diese Erscheinungen gleichzeitig auftreten.

Wir wollen nun auch ihren Ursachen und ihrem Zusammenhange nachforschen.

Es ist eine sehr verbreitete Ansicht, daß bei der Congestion, d. h. im zweiten Stadium derselben, dem leidenden Theile mehr Blut zugeführt wird als gewöhnlich. Dieser größere Blutandrang könnte allerdings eine größere Blutmenge in den Haargefäßen und in Folge derselben eine mechanische Erweiterung der Capillaren veranlassen, und insofern als Ursache von Congestion auftreten. Die Ansicht verdient daher jedenfalls eine nähere Prüfung.

Aus der unmittelbaren Beobachtung läßt sich jene Hypothese von einem vermehrten Blutzufluß nicht beweisen. Die Beobachtung lehrt nur, daß der afficirte Theil mehr Blut enthält als gewöhnlich, nicht aber, daß in einer gleichen Zeit mehr Blut durch ihn hindurchströmt, als im Normalzustande, was doch bei einem vermehrten Blutzuflusse der Fall sein müßte. Da überdies die Beobachtung lehrt, daß das Blut in den erweiterten Haargefäßen langsamer fließt als gewöhnlich, so spricht sie mehr gegen als für jene Hypothese.

Ein örtlich vermehrter Blutzufluß könnte aber nur dadurch möglich werden, daß

1) die Arterie, welche den Theil versorgt, sich öfter zusammenzieht und erweitert als gewöhnlich, also einen andern, schnellern Rythmus des Pulses zeigt, als die übrigen Arterien, daß also z. B. bei Congestion nach der rechten Hand der Radial- und Ulnarpuls an dieser Seite häufiger ist als an dem gesunden linken Arme. Dies ist aber, so viel ich weiß, bei Congestionen noch nie beobachtet worden, und kann jedenfalls nicht als veranlassende Ursache derselben betrachtet werden.

2) Daß die Arterie sich stärker erweitert, also mehr Blut aufnimmt als gewöhnlich, dann aber sich eben so stark oder stärker zusammenzieht als im Normalzustande, dann sich wieder stärker erweitert u. s. f. Die Arterie würde also während der Congestion ganz die Rolle eines Herzens spielen, was man doch ohne weitere Beweise nicht annehmen darf, so lange noch andere Erklärungsweisen übrig bleiben.

3) Daß die Arterie sich zwar stärker erweitert als gewöhnlich, also mehr Blut aufnimmt, daß aber diese größere Blutmenge nicht durch ihre eigene kräftigere Zusammenziehung, sondern durch die Propulsivkraft des Herzens und der großen Arterienstämme weiter getrieben wird. Die Möglichkeit dieses Vorgangs läßt sich nicht abläugnen und selbst die Erfahrung spricht dafür; man beobachtet oft, daß der Puls solcher Arterien voller und stärker ist als gewöhnlich, daß sie also mehr Blut aufnehmen müssen als im Normalzustande und als die übrigen Arterien, welche zu gleicher Zeit nicht eben so heftig klopfen. Aber die Erfahrung lehrt zugleich, daß dieses vermehrte Klopfen einzelner Arterien in der Regel nicht der Congestion vorhergeht, sondern gewöhnlich erst zu der schon bestehenden hinzukommt; daß diese Ursache also wohl eine schon bestehende Con-

gestion unterhalten und verstärken, in der Regel aber nicht als erste Ursache derselben betrachtet werden kann. Ueberdies kann eine vermehrte Blutzufuhr in allen den Fällen nicht als wirksam bei der Congestion betrachtet werden, wo die mikroskopische Untersuchung lehrt (wie am Froschfuße, am Mesenterium von Säugthieren), daß die Erweiterung und Blutüberfüllung der Haargefäße mit einer verlangsamten Blutbewegung einhergeht.

Wir wollen daher einstweilen von der vermehrten Blutzufuhr als hypothetischer Ursache der Congestion absehen, da wir bald nochmals hierauf zurückkommen müssen und uns nach anderen Gründen jener Erscheinungen umsehen.

Bei der Betrachtung der Verengerung von Haargefäßen wurde schon auf den Zusammenhang der letzteren mit dem umgebenden Parenchym aufmerksam gemacht. Dieser kommt bei der Erweiterung der Capillaren weniger in Betracht, am wenigsten bei Organen mit lockerm Parenchym, wie Fettzellgewebe, Lungen, Gehirn — man sieht hier nicht wohl ein, wie eine Veränderung des Parenchyms eine Erweiterung der Haargefäße nach sich ziehen könnte. Bei Theilen mit sehr dichtem, festen Gewebe, wie in der Leber, der Cutis u. s. f. ist der Fall ein anderer. Hier muß jedenfalls das Parenchym erschlaffen, wenn die Gefäße sich erweitern sollen.

Betrachtet man nun die verschiedenen Fälle, in denen die Erscheinungen der Congestion auftreten, so ergeben sich als mehr oder minder sichere oder auch nur wahrscheinliche Ursachen der Congestion folgende:

1) Bei manchen vorübergehenden Congestionen, bei Scham, Freude, Zorn u. dgl. erfolgt die Congestion offenbar durch psychische Einflüsse, also mittelst der Centraltheile des Nervensystems durch Reflex. Man könnte hier zwar sagen, der Reflex bewirke zunächst eine Erweiterung der Arterien (Carotiden 2c.) und erst mittelbar durch vermehrten Blutzufluß die Erscheinungen der Congestion im Haargefäßsysteme, aber dagegen spricht einmal das Umschriebensein der Röthe (in manchen Fällen erröthen z. B. nur die Wangen) und dann die Analogie der Verengerung, wo der Nerveneinfluß nachweislich unmittelbar auf das Haargefäßsystem einwirkt.

2) Bei anderen örtlich beschränkten Congestionen, welche durch örtliche Einwirkungen, Hitze, Reiben, Bürsten, chemische Reize u. s. f. hervorgerufen werden, beobachtet man häufig erst Bläſſe, dann vermehrte Röthe des Theils. Hier kann wegen örtlicher Beschränkung der Erscheinungen auf die Einwirkungsstelle von einer vermehrten Blutzufuhr durch Erweiterung ganzer Arterien als Ursache der Congestion nicht wohl die Rede sein. Eben so wenig läßt sich begreifen, wie dieselben Einflüsse die Haargefäße eines Theils auf rein mechanische oder chemische Weise erst verengern und dann erweitern sollten. Die Erweiterung der Haargefäße kann also nur eine vitale sein; aber auf welche Weise sie vermittelt wird, ob durch unmittelbare Einwirkung der Ursache auf die Gefäßwände, oder durch eine mittelbare, durch die peripherischen Nerven, oder durch Einwirkung mittelst der peripherischen Nerven erst auf die Centraltheile des Nervensystems und dann durch Reflex von diesen aus — läßt sich vorläufig nicht entscheiden.

Abgesehen von dem vermehrten Blutzufluß durch Erweiterung der Arterien, den wir in gewissen Fällen als Unterstützungs- oder auch als Unterhaltungsmittel der Congestion nicht läugnen können, der aber in der Regel erst secundär auftritt, kann man also sagen:

»Die Erweiterung der Haargefäße bei der Congestion ist eine selbstständige, vitale, in Folge der Einwirkung der Congestionsursache auf das Nervensystem, und zwar bald direct auf die peripherischen Nerven, bald indirect

»durch Reflex von den Centraltheilen, — möglicherweise auch durch eine unmit»telbare Einwirkung der Ursache auf die Gefäßwände.«

Die erweiterten Capillaren müssen aus physikalischen Gründen auch mehr Blut aufnehmen als im Normalzustande; die größere Blutmenge, welche in den im Congestionszustande befindlichen Theilen enthalten ist, ist also eine nothwendige Folge von der Erweiterung der Haargefäße.

Wie erklärt sich nun die bei der Erweiterung der Gefäße vorkommende, durch die mikroskopische Untersuchung nachweisbare Verlangsamung der Blutbewegung in den Capillaren?

Eben so wie sich aus rein physikalischen Gründen das Blut in verengten Gefäßen schneller vorwärts bewegt, wird es in erweiterten langsamer fließen. Aber diese physikalische Verlangsamung des Blutlaufs hat enge Grenzen, und dieselben Gründe, welche, wie wir oben sahen, sich der Beschleunigung in engen Gefäßen widersetzen, müssen die verlangsamte Bewegung in erweiterten schneller machen. Je weiter die Röhre und je geringer die Geschwindigkeit, um so geringer ist auch der Widerstand der Reibung, um so geringer also die Hindernisse der Vorwärtsbewegung, während auf der andern Seite die forttreibende Kraft des Herzens und der größeren Arterien, dann die Widerstandskraft der übrigen nicht erweiterten Capillaren unverändert dieselben bleiben. Da nun ein vermehrter Blutzufluß, wenn er in der Regel auch nicht als Ursache der Congestion auftritt, doch gewöhnlich bei längerer Dauer zu derselben hinzukommt, wie man aus dem stärkern und vollern Pulse der Arterien sieht, welche zu den in dauerndem Congestionszustand befindlichen Theilen laufen, und da dieser vermehrte Blutzufluß der Verlangsamung des Kreislaufs geradezu entgegenwirkt, so geht daraus hervor, daß die Verlangsamung der Blutbewegung bei der Congestion, insofern sie als eine rein physikalische Folge der Erweiterung der Haargefäße betrachtet werden kann, einen gewissen Grad nicht überschreiten darf.

Wir können also sagen: Die verlangsamte Blutbewegung in den Haargefäßen, welche bei der Congestion vorkommt, kann als eine rein physikalische Folge der Erweiterung betrachtet werden, aber nur dann, wenn sie gewisse Grenzen nicht überschreitet.

An die erwähnten Erscheinungen der Congestion schließen sich noch einige andere Vorgänge an, deren Erklärung im Folgenden versucht werden soll.

1) Vermehrter Blutzufluß: er kann, wie bereits erwähnt, nur da vorkommen, wo der Puls der entsprechenden Arterien verhältnißmäßig voller und stärker ist, als der der übrigen Arterien. Die Beobachtung lehrt, daß diese Erscheinung (seltene Fälle ausgenommen) nicht der Congestion vorausgeht, also nicht als Ursache derselben betrachtet werden kann, sondern in der Regel secundär zu derselben hinzutritt. Die Folgen dieses Vorgangs sind natürlich nicht Verlangsamung, sondern im Gegentheil Beschleunigung der Blutbewegung in den erweiterten Capillaren. Ist der Blutzufluß sehr vermehrt, so sind selbst die erweiterten Haargefäße nicht mehr im Stande, die zuströmende Blutmasse zu fördern und es erfolgt eine Zerreißung derselben und Blutaustritt in die umgebenden Theile. Diese Zerreißung erfolgt um so leichter, je mehr die Haargefäße erschlafft sind und je nachgiebiger das Parenchym der umgebenden Theile ist. Man beobachtet sie daher am häufigsten im Gehirn (Apoplexia congestiva) und in den Lungen (Blutergießung in die Bronchien durch Zerreißung der Lungengefäße — Haemoptoë ex congestione). Von der Erklärung dieser Erscheinung war schon oben die Rede; die nächste Ursache liegt immer in einer Erweiterung der Arterie, welche aus rein physikalischen Grün-

den bei größerm Durchmesser auch mehr Blut aufnimmt als vorher, daher einen vollern Puls zeigt; ist die Erweiterung nicht activer, sondern passiver Natur, d. h. rührt sie von Erschlaffung her, so wird die Arterie vom eindringenden Blute auch plötzlicher ausgedehnt als gewöhnlich, der Puls wird also nicht bloß voller, sondern auch stärker und die Arterie klopft. In beiden Fällen haben wir aber nichts weiter vor uns, als eine Fortpflanzung des Zustands der Haargefäße auf die Arterien, und die Ursachen der Erweiterung sind hier ohne Zweifel dieselben wie dort, nämlich Einwirkung der Krankheitsursache auf die peripherischen Nerven, entweder unmittelbar oder mittelbar durch Reflex von den Centraltheilen aus. Die Erweiterung der Arterien erklärt aber nur, daß sie mehr Blut als gewöhnlich aufnehmen; es folgt nicht daraus, daß sie diese größere Blutmenge auch forttreiben und mit einer bedeutenden Kraft in die Haargefäße hineinpumpen, was doch der Fall sein muß, da man so oft bei Congestionen Zerreißungen der Haargefäße beobachtet, die sich aus keinen anderen Gründen erklären lassen. Diese Erscheinung ließe sich, wie bereits erwähnt, dadurch erklären, daß die Arterien sich nicht bloß stärker erweitern, sondern darauf auch eben so stark, oder noch stärker zusammenziehen als gewöhnlich; sie müßten also temporär die Function eines Herzens übernehmen. Die Möglichkeit eines solchen Vorgangs kann wohl nicht bezweifelt werden, da die Arterien wirkliche Muskelfasern haben; wahrscheinlich kommen solche Fälle auch wirklich vor, bei jenen vorübergehenden verstärkten Pulsationen einzelner Arterien, wie man sie bei Verstimmungen des Nervensystems, bei Hypochondristen und Hysterischen, öfters beobachtet. Aber als gewöhnliche Ursache des vermehrten Blutzuflusses bei Congestionen kann dieser Vorgang nicht gelten: hier ist die Erweiterung der Haargefäße eine dauernde, man bemerkt keinen Wechsel von Erweiterung und Zusammenziehung an denselben. Eben dasselbe findet ohne Zweifel bei den Arterien Statt, sie sind nicht activ erweitert, sondern erschlafft, wie schon die größere Stärke des Pulses zeigt, welche von einer größern Nachgiebigkeit ihrer Wandungen herrührt. Die Erschlaffung der Arterien besteht aber eben darin, daß sie nicht bloß gegen die andringende Blutwelle nachgiebiger sind, also mehr Blut aufnehmen, als sonst; sondern auch sich weniger kräftig zusammenziehen, also weniger Blut wieder austreiben. Hier wird ohne Zweifel die mangelnde Contraction der Arterie durch den Druck der vom Herzen und von den unveränderten, nicht erweiterten großen Arterienstämmen ausgetriebenen Blutsäule einigermaßen ersetzt: ob dieser Druck hinreichend sei, auch die beobachteten Zerreißungen der Haargefäße hervorzubringen, läßt sich nicht streng durch Rechnung entscheiden, da man den Zahlenwerth der hiebei thätigen Factoren nicht bestimmen kann, doch ist es mehr als wahrscheinlich.

2) Vermehrte Röthe, ein Sympton, das bei der Congestion nie fehlt und in der Erweiterung der Haargefäße, resp. in der durch dieselbe bedingten Mehraufnahme von Blutkörperchen, seine genügende Erklärung findet. Erhöhung der Röthe ist auch in den Fällen vorhanden, wo kein vermehrter Blutzufluß stattfindet.

3) Vermehrte Wärme wird immer im zweiten Stadium der Congestion beobachtet. Wo man auch die Quelle der thierischen Wärme suchen mag, so viel bleibt gewiß, daß bei den höheren Thieren in den Haargefäßen und deren Umgebung durch chemische Processe (Kohlensäurebildung, wahrscheinlich auch Bildung von Wasser ꝛc.) beständig Wärme frei wird. Diese Processe erfolgen in den Flüssigkeiten des Parenchyms, in der Nähe der Capillaren, an den Wänden derselben, und ihre Quelle ist der Sauerstoffgehalt des Bluts. Je

mehr Blut mit dem Parenchym in Berührung kommt, je länger diese Berührung dauert, um so reichlicher ist die Bildung von Kohlensäure, um so mehr Wärme muß also frei werden. Beide Bedingungen sind aber bei dem zweiten Stadium der Congestion gegeben durch die Erweiterung der Haargefäße — Vergrößerung ihrer Oberfläche —, Vermehrung der in ihnen enthaltenen Blutmenge und langsamere Bewegung derselben. Die Vermehrung der Wärme ist objectiv fühlbar, sie kann also nicht allein von einer veränderten Nerventhätigkeit herrühren.

Eine Geschwulst ist bei Congestion in der Regel nicht vorhanden. In den Fällen, wo sie vorkommt, kann sie herrühren: von der Erweiterung und Ueberfüllung der Blutgefäße, wie in sehr blutreichen Organen, im erectilen Gewebe (wir lassen aber das Verhalten des erectilen Gewebes bei der Entzündung absichtlich außer Acht, weil die anatomische und die histologische Beschaffenheit desselben noch nicht ganz sicher festgestellt ist) — von der Zerreißung der Haargefäße und Blutaustritt ins Parenchym. Oedem und Exsudat, welche, wie wir später sehen werden, die Entzündungsgeschwulst veranlassen, kommen bei der Congestion nicht vor. Dagegen folgt aus den physikalischen Gesetzen der Endosmose und Exosmose, daß bei größerm Blutgehalt der Capillaren und bei Verlangsamung der Blutbewegung in denselben verhältnißmäßig mehr Blutflüssigkeit in das Parenchym eindringt und dadurch, wie wir später sehen werden, zuerst der Turgor und der Umfang, dann aber die Ernährung desselben vermehrt werden kann.

Fassen wir die Congestion als Ganzes auf, so bleibt uns noch übrig, die Verbindung der beiden, sie bildenden Momente zu betrachten.

Wir fanden als erstes Moment: Verengerung der Haargefäße und beschleunigte Blutbewegung in denselben mit Blässe und Verminderung der normalen Wärme; als zweites Moment: Erweiterung der Capillaren mit Blutanhäufung und verlangsamter Blutbewegung in denselben, vermehrte Röthe, gesteigerte Wärme und bisweilen vermehrten Blutzufluß. Ueber die Aufeinanderfolge dieser beiden Momente lehrt die Beobachtung Folgendes. In manchen Fällen von Congestion ist das erste Moment deutlich wahrnehmbar, so bei örtlicher Einwirkung von Kälte, bei Congestionen in Folge von Reiben, Bürsten ꝛc. bei psychischen Einflüssen, Furcht, Schreck, Zorn, Aerger. Bei den letzteren Einwirkungen bemerkt man aber manche individuelle Verschiedenheiten: manche Personen werden durch Affecte roth, andere blaß. In anderen Fällen von Congestion scheint das erste Moment zu fehlen oder so schnell in das zweite überzugehen, daß es nicht bemerkt wird, so bei örtlicher Einwirkung von Hitze, beim Genuß spirituöser Getränke u. s. f. Diese Verschiedenheit ist also theils eine äußere, von der Krankheitsursache abhängige, theils eine innere, individuelle. Wo aber beide Momente nach einander vorkommen, da werden sie von denselben Ursachen bewirkt, von einer Einwirkung der Causa morbifica (wahrscheinlich immer mittelst des Nervensystems) auf die Gefäße.

Vergleichen wir die Grundphänomene der Congestion, Verengerung und Erweiterung der Capillaren mit Zuziehung unserer eben erhaltenen Resultate mit ähnlichen Erscheinungen an anderen Theilen, so können wir erstere Krampf, letztere Lähmung oder besser Erschlaffung nennen. Wir sehen aber auch in anderen Fällen, wie bei den Muskeln, Erschlaffung als natürliche Folge des Krampfs auftreten, können also beide aus einer Ursache herleiten und das Ganze der Congestion so auffassen:

»Die Congestion entsteht dadurch, daß eine Krankheitsursache erst vor-»übergehenden Krampf, dann Erschlaffung oder Lähmung der Haargefäße be-

»wirkt. In manchen Fällen von Congestion ist aber der Krampf sehr schnell »vorübergehend oder er fehlt ganz, und es tritt sogleich Erschlaffung oder Läh»mung ein. Aus dieser einen Ursache lassen sich aber alle Erscheinungen der »Congestion genügend erklären, denn auch der vermehrte Blutzufluß beruht nur »auf einer Fortpflanzung der Erschlaffung auf die Arterien.«

Was das Verhältniß der Congestion zur Entzündung betrifft, so lehrt die Beobachtung, daß die Erscheinungen der Congestion, wenigstens des zweiten Moments derselben, in allen Fällen von Entzündungen vorkommen. Ob aber die nicht entzündliche Congestion ihrem Wesen nach mit der entzündlichen vollkommen gleich ist, oder ob zwischen beiden Verschiedenheiten stattfinden, dies wird erst später im Verlaufe dieser Untersuchungen klar werden.

Das zweite Moment der Entzündung ist: Stockung des Bluts in den Capillargefäßen und Austritt des Blutserums durch die Gefäßwände. Wir bezeichnen es mit dem Namen der Stase.

Der Modus dieses Vorgangs ist folgender: Erst fließt das Blut in den erweiterten Gefäßen langsamer vorwärts, dann oscillirt es, geht vor- und rückwärts, wie eine in Bewegung gesetzte Säge oder ein schwingendes Pendel, endlich stockt es ganz. Dabei werden die sogenannten Lymphräume an den Wänden des Gefäßes, wo keine Blutkörperchen, nur Plasma fließt, immer schmaler und zuletzt füllen die Blutkörperchen das ganze Gefäß aus. Es läßt sich aber zwischen den Erscheinungen der Congestion und denen der Stase keine strenge Grenze ziehen, die erstere geht unmittelbar in die letztere über.

Versuchen wir nun, mit Benutzung der bei der Congestion erhaltenen Resultate, diese Vorgänge zu erklären.

Die Verlangsamung der Blutbewegung in den Haargefäßen kommt in einem gewissen Grade schon bei der Congestion vor, als physikalische Folge der Erweiterung der Capillaren. Aber auf diese Weise kann nur eine geringe Verlangsamung entstehen, und diese Erklärungsart fällt ganz weg, sobald sich die Erweiterung auch auf die Arterien erstreckt und dadurch eine vermehrte Blutzufuhr bewirkt wird.

Den Zusammenhang der Oscillation, der ruckweisen Vor- und Rückwärtsbewegung des Bluts mit der Entzündung zu begreifen, ist sehr schwierig. Meine Ansicht darüber ist folgende: Man hat das Oscilliren nur an kleineren Thieren beobachtet, am Froschfuße, am Mesenterium von Säugthieren, welche durch mancherlei schmerzhafte und erschöpfende Vorrichtungen unter dem Mikroskope festgehalten wurden. Und auch hier sieht man nicht immer das Oscilliren der Stockung vorhergehen, sehr oft erfolgt letztere plötzlich, ohne vorgängiges Oscilliren, namentlich auf Anwendung chemischer Reize, z. B. von Essigsäure. Das Oscilliren wird am häufigsten beobachtet, wenn die Thiere sehr geschwächt sind oder in Asphyxie verfallen. In solchen Zuständen ist offenbar die Energie des Herzens und der großen Arterienstämme vermindert, das Blut wird also mit geringerer Kraft gegen die Haargefäße getrieben als gewöhnlich. Dort findet es in der Elasticität und dem Tonus der Capillaren einen Widerstand, der, so lange die Zusammenziehung des Herzens dauert, allerdings überwunden wird, daher das Vorwärtsströmen des Bluts; mit eintretender Diastole, während welcher die Stoßkraft des Herzens aufhört, wird aber der Widerstand der Haargefäße überwiegend, daher die eingedrungene Blutsäule einen Moment lang rückwärts geht. Das Vorwärtsgehen und Zurückweichen der Blutsäule ist ein vollkommen tactmäßiges, beide Momente dauern der Zeit nach gleich lange, aber dennoch schreitet das Blut dabei wirklich vorwärts, wie man sieht, wenn man ein einzelnes Blutkörperchen längere Zeit im Auge behält. Dieses rückt

bei jedem Stoffe weiter vor als es zurückgeht, und verschwindet endlich aus dem Gesichtsfeld. Ich glaube aus diesen Gründen, daß das Oscilliren der Blutsäule nicht wesentlich zur Entzündung gehört und nur Folge eines Schwächezustandes der Thiere ist; daß es daher bei einem Versuch, die Entzündungsvorgänge zu erklären, keine große Beachtung verdient.

Von der größten Wichtigkeit ist es dagegen, die Ursachen der Blutstockung aufzufinden.

Aus der Erschlaffung der Haargefäße läßt sich, wie wir oben gesehen haben, die Verlangsamung des Blutlaufes nur bis zu einem gewissen Grade erklären, noch viel weniger aber das gänzliche Stocken des Bluts. Denn in den erweiterten Capillaren wird das Blut ebenso von der nachkommenden Blutsäule fortgeschoben, wie in den normal beschaffenen. Der einzige Grund, warum es etwas langsamer fließt, ist aber der, daß dieselbe Blutmenge nicht nöthig hat, ebenso schnell zu fließen, um durch erweiterte Gefäße in derselben Zeit hindurchzuströmen, als durch engere. Im Gegentheil stellen aber erweiterte Gefäße der Fortbewegung einen noch geringern Widerstand entgegen als engere, weil die Reibung um so geringer ist, je weiter die Röhre und je geringer die Geschwindigkeit. Selbst bei Erschlaffung der entsprechenden Arterien kann ohne Mitwirkung anderer Ursachen keine Stockung eintreten, denn wenn auch hier der Tonus der Arterien fehlt, der allerdings ein Moment der Fortbewegung ist, so sind doch Herz und größere Arterienstämme im Stande, ihn zum Theil zu ersetzen, und der Ausfall wird durch die beiden erwähnten Momente: größerer Durchmesser der Röhre und geringere Geschwindigkeit des Blutlaufes, compensirt. Ueberdies nehmen erweiterte oder erschlaffte Arterien mehr Blut auf und führen den von ihnen versorgten Haargefäßen mehr davon zu als gewöhnlich. Dieser Umstand muß aber eine jede Verlangsamung des Kreislaufes geradezu verhindern. Es läßt sich also durchaus nicht begreifen, wie eine Erweiterung der Haargefäße, namentlich wenn sie mit Erschlaffung der entsprechenden Arterien verbunden ist, eine Blutstockung herbeiführen kann.

Man könnte vielleicht folgenden Einwurf machen. Durch die Erweiterung der Capillaren wird es möglich, daß da, wo früher nur ein Blutkörperchen nach dem andern hindurchrollte, jetzt mehre, zwei bis drei, sich nebeneinander bewegten, daß diese wegen ihrer platten Form sich aneinander legten, miteinander einkeilten, den nachfolgenden Blutkörperchen einen Damm entgegensetzten und dadurch die Veranlassung zu einer örtlichen Stockung bildeten, welche bei einmal gehemmten Abflusse sich immer weiter verbreitete. Aber dieser Erklärungsweise widerspricht die Beobachtung, denn

1) die Stockung geht nicht, wie man nach jener Hypothese erwarten müßte, von einzelnen Stellen aus, sie ist eine gleichmäßige und tritt in ganzen Partien des Capillarsystems gleichzeitig ein.

2) Bleiben die Lymphräume an den Wänden der Haargefäße auch bei verlangsamter Blutbewegung immer noch deutlich, und verlieren sich erst nach eingetretener Stockung völlig; ihr Verschwinden, welches doch bei Einkeilung der Blutkörperchen an den Stellen, wo sich Stockungen bilden, diesen vorausgehen müßte, kann also nicht als Ursache der Stockung betrachtet werden.

3) Müßten, wenn die Einkeilung von Blutkörperchen der Grund der Stockung wäre, da das Blut nach den Venen freien Abfluß hat, vor den Einkeilungsstellen gegen die Venen hin blutfreie Räume entstehen, was man nie beobachtet.

Die Einkeilung der Blutkörperchen kann also nicht den Grund der Blutstockung bilden, dagegen kann sie bei einer durch andere Ursachen hervorgerufenen Stockung allerdings hinzukommen, sich der späteren Wiederzusammenziehung der Haargefäße widersetzen und auf diese Weise eine schon bestehende Stockung unterhalten. Wir bezeichnen diese Art der Stockung mit dem Namen der passiven und werden später wieder auf sie zurückkommen.

Wenn nun der Grund der Stockung, wie wir bisher gesehen, weder in der Erschlaffung der Haargefäße, noch in einer Veränderung der Arterien gesucht werden kann; liegt er vielleicht im Venensystem? Er könnte dann nur in einem gehinderten Rückfluß des venösen Blutes gesucht werden; aber gegen eine solche Annahme sprechen Erfahrung sowohl als Analogie, denn

1) angestochene Venen, welche aus entzündeten Theilen kommen, geben, so weit sich dies quantitativ bestimmen läßt, nicht weniger Blut als gewöhnlich.

2) Läßt sich gar nicht denken, durch welchen Grund der venöse Rückfluß gehindert sein sollte; die venösen Enden der Haargefäße und die Anfänge der Venen sind zwar, wie die Haargefäße überhaupt, mit Blut überfüllt, aber eher erweitert als verengert; in den größeren Venen endlich ist ein solches Hinderniß in Folge der Entzündung noch weniger anzunehmen.

3) Lehrt die Erfahrung, daß da, wo wirklich Stockungen in Folge von gehindertem Rückfluß des Bluts in den Venen eintreten, die Erscheinungen ganz anders sind, als bei der entzündlichen Stockung. Wenn Geschwülste, der schwangere Uterus u. s. w. Venen in der Art comprimiren, daß der gehinderte Rückfluß des Bluts nicht durch den Collateralkreislauf ganz oder größtentheils ersetzt werden kann, so erfolgt allerdings Blutstockung in den kleineren Venen und den Enden der Haargefäße, und mit derselben ebenso wie bei der entzündlichen Stase ein Austreten des Blutserums aus den Gefäßen in die umgebenden Theile (Oedema, Hydrops), aber man vermißt alle übrigen, bei entzündlicher Stase vorkommenden Erscheinungen: Röthe, Hitze, vermehrtes Klopfen der Arterien, Austritt des Blutplasma u. dgl.

Also in den Venen kann der Grund der Blutstockung auch nicht gesucht werden.

Welches ist aber die Ursache derselben, welcher Theil, welches Gewebe vermittelt sie? denn einen materiellen Träger, einen festen Ausgangspunkt muß die Kraft doch wohl haben, welche die Blutkörperchen oder das Blut im Ganzen zurückhält, seine Weiterbewegung trotz der vis a tergo hindert. Läugnen wir diese materielle Grundlage, so läugnen wir damit überhaupt die Möglichkeit, diese Vorgänge begreifen und mit Aussicht auf Erfolg bekämpfen zu können.

Da bisher bewiesen wurde, daß die Kraft, welche das Blut zurückhält, nicht in materiellen Hindernissen bestehen kann, so bleibt nur übrig, eine vitale Zurückhaltung des Bluts in Folge einer vermehrten Anziehung zwischen dem Blut und den umgebenden Theilen anzunehmen. Diese vitale Anziehung betrachten wir aber vorläufig erst als eine sehr wahrscheinliche Hypothese, da unsere Kenntnisse von den physikalischen Gesetzen des Laufes von Flüssigkeiten überhaupt, um so mehr von Flüssigkeiten mit körperlichen Theilen, in Haarröhrchen, wie die Capillaren sind, noch sehr viele Lücken haben.

Diese vermehrte Anziehung kann nun ihren Grund haben in einer Veränderung der vitalen Kräfte

1) des Bluts
2) der umgebenden Theile, und
3) dieser beiden Elemente zusammen.

Betrachten wir diese Möglichkeiten näher.

1) Veränderung der vitalen Kräfte des Bluts. Gegen eine solche Annahme läßt sich der Einwurf machen: Wenn die Ursache der Stockung allein im Blute läge, so müßte ja das Blut nicht bloß in den entzündeten Theilen, sondern überall im ganzen Körper, in allen Capillargefäßen, ja in den Arterien und Venen, selbst im Herzen stocken. Dieser Einwurf ist aber nur zur Hälfte richtig; er beweis't allerdings, daß man den Grund der Stockung nie allein im Blute suchen darf, hindert aber nicht anzunehmen, daß wenigstens ein Theil der zurückhaltenden Kraft in einer vitalen Veränderung des Bluts begründet sein kann. Denken wir uns die rückhaltenden Kräfte getheilt, zur Hälfte an das Parenchym des entzündeten Theiles, zur andern Hälfte ans Blut gebunden: beide Hälften zusammen gerade stark genug, der vis a tergo des Kreislaufs die Wage zu halten, so wird das Blut wohl in den entzündeten Theilen stocken, weil hier beide Kräfte zusammen wirken, nicht aber in den gesunden Partien, wo die Kraft des Bluts allein der vis a tergo nicht widerstehen kann.

Wichtiger ist folgender Einwurf: Wenn die Stockung immer, wiewohl nur theilweise, vom Blute abhängt, so muß man nothwendig annehmen, daß das Blut in allen Fällen von Entzündung eine Veränderung in seinen vitalen Kräften erleidet. Ist die Größe des Theiles der Kraft, welche dem Parenchym zukommt, immer dieselbe, so muß auch das Blut in allen Fällen von entzündlicher Stase den gleichen Grad von Veränderung erfahren, wenn eine Stockung erfolgen soll; es müßte also bei der geringsten Verletzung, nach einem Nadelstich, einer kaum blutenden Hautwunde dgl., beim Rasiren u. s. f. die ganze Blutmasse des Körpers dieselbe vitale Veränderung erleiden, wie bei der heftigsten Pneumonie. Eine solche Annahme gelten zu lassen, möchte aber selbst für enthusiastische Humoralpathologen manches Bedenkliche haben. Es ist daher wahrscheinlicher, daß die zurückhaltende Kraft immer nur zum Theil und bisweilen nur zum sehr kleinen Theil an das Blut gebunden ist; in welchen Fällen von Entzündung solche vitale Veränderungen des Bluts angenommen werden dürfen, davon sogleich. Vorher betrachten wir aber die Ansicht, nach welcher

2) die rückhaltende Kraft des Bluts vorzugsweise auf einer Veränderung der vitalen Kräfte des Parenchyms beruht. Eine Veränderung des Bluts kann also, nach dem Vorhergehenden, nicht als alleinige Ursache der entzündlichen Stase betrachtet werden; daß aber eine örtlich vermehrte Anziehung des Parenchyms zum Blute, stark genug, um den vereinten Kräften der Blutbewegung die Wage zu halten, für sich allein eine Stockung des Bluts bewirken könne, daran wird Niemand zweifeln. In welchen Theilen des Parenchyms hätten wir nun diese rückhaltende Kraft des Bluts zu suchen: in den Wänden der Gefäße? in den Nerven? in den einzelnen Gewebstheilen? oder dem Parenchym im Ganzen? Sie in den Wänden der Haargefäße allein zu suchen, ist deßwegen mißlich, weil ein Theil des Bluts, das Blutplasma, sich bei der Entzündung weit über die Gefäßwände hinaus ins Parenchym ergießt, also der Entzündungsproceß nicht auf die Gefäße beschränkt bleibt. Als ihren ausschließlichen Sitz das Nervensystem anzunehmen, geht nicht wohl an, weil das Blut nicht vorzugsweise in der Nähe der Nervenenden, ihres Verlaufes, ihrer Endplexus stockt, sondern überall gleichmäßig. Sie in einzelnen histologischen Elementartheilen anderer Art, z. B. im Bindegewebe zu suchen, wäre deßhalb ungenügend, weil ja Entzündung in allen Theilen des Körpers vorkommt, deren histologische Elemente oft sehr verschieden sind. Wir

betrachten daher vor der Hand das Parenchym im Ganzen als Sitz der zurückhaltenden Kraft, um so mehr als dieser Punkt einen sehr untergeordneten Werth hat, so lange die physiologischen Kräfte der einzelnen Elementartheile nicht besser bekannt sind, als gegenwärtig.

Wichtiger ist die Frage: Wie wird die erwähnte Kraft durch die Entzündungsursache dem Parenchym mitgetheilt? wirkt die Krankheitsursache unmittelbar auf das Parenchym oder durch die Vermittelung der Nerven?

Daß die Einwirkung vorzugsweise durch Vermittlung des Nervensystemes erfolgt, dafür sprechen folgende Thatsachen.

1) Entstehen manche Entzündungen sehr wahrscheinlich durch Reflex von den Centraltheilen des Nervensystems aus — so z. B. die rheumatischen Entzündungen nach Erkältungen — also doch wohl durch Vermittelung des Nervensystems. Wir kommen später auf sie zurück.

2) Macht eine Entzündung in Theilen, deren Nerven durchschnitten sind, einen andern als den gewöhnlichen Verlauf, wie man bei Experimenten an Thieren findet; dies setzt aber doch einen gewissen Einfluß des Nervensystems auf die Entzündung voraus.

Uebrigens läßt sich diese Frage, wie bereits früher bei der Congestion angegeben wurde, noch nicht mit Sicherheit entscheiden, und es ist möglich, daß es Fälle giebt, wo die Krankheitsursache mit Umgehung der Nerven unmittelbar auf das Parenchym einwirkt.

Betrachten wir nun die Fälle, wo

3) die rückhaltende Kraft wahrscheinlich zwischen Blut und Parenchym getheilt ist. Es giebt offenbar Fälle, wo die Stase nicht von einer Veränderung des Parenchyms allein, sondern auch von einer gleichzeitigen Veränderung des Bluts abhängt. Wir erinnern an die Untersuchungen von Andral und Gavarret, von Simon, welche beweisen, daß das Blut bei bedeutenden Entzündungen, bei Rheumatismus acutus, bei Pleuresien einen vermehrten Faserstoffgehalt zeigt. Die größere Menge des Faserstoffs erklärt freilich für sich allein die Geneigtheit zu örtlichen Stasen nicht, aber es ist doch sehr wahrscheinlich, daß mit dieser materiellen Veränderung zugleich eine vitale Veränderung des Bluts zugegen sei, welche, indem sie strebt, den Ueberschuß der Fibrine zu entfernen, eine örtliche Stockung hervorruft oder wenigstens begünstigt. Wenn man bedenkt, mit welcher Leichtigkeit z. B. beim Rheumatismus acutus durch sehr unbedeutende Ursachen, ja ohne alle nachweisbare Veranlassung Entzündungen der verschiedenen Gelenke entstehen, so wird man es wenigstens wahrscheinlich finden, daß hier ein Theil der Ursache, welche die Stockung veranlaßt, im Blute liegt. Dasselbe gilt von allen den Fällen, wo man den Grund der Entzündung schon seit langer Zeit wenigstens zum großen Theil in einer entzündlichen Disposition (Diathesis inflammatoria) sucht, die sich durch eine eigenthümliche Beschaffenheit des aus der Ader gelassenenen Bluts — Vermehrung des Faserstoffs und Bildung einer Speckhaut — äußert, und deren Dasein sich durchaus nicht bestreiten läßt, wenn es gleich vor der Hand nur eine wahrscheinliche Hypothese ist, daß in diesen Fällen neben der materiellen Veränderung auch eine vitale Umstimmung im Blute zugegen ist.

Die Stockung des Bluts hängt also wahrscheinlich ab von einer vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym, und diese Anziehung wird ausgeübt:

1) in der Mehrzahl der Fälle von dem Parenchym des kranken Theiles, dem sie entweder unmittelbar durch die Krankheitsursache, oder mittelbar durch das Nervensystem übertragen wurde.

2) In anderen Fällen beruht ein Theil der vermehrten Anziehung außer einer Veränderung der vitalen Kräfte des Parenchyms auch noch auf einer vitalen Veränderung der Blutmasse.

Wir kommen nun zur Erklärung eines andern Vorganges bei der Stase, welchen uns die Beobachtung kennen gelehrt hat; nämlich des Umstandes, daß die Blutkörperchen, welche beim gewöhnlichen Kreislauf nur in der Mitte des Gefäßes fortrollen und an den Wänden freie, nur von Plasma erfüllte Räume, die Lymphräume, lassen, sich in demselben Maaße, als die Stockung fortschreitet, mehr den Wänden nähern und zuletzt den ganzen Durchmesser des erweiterten Gefäßes ausfüllen, wobei die Lymphräume verschwinden. Dieser Vorgang findet seine natürliche Erklärung in der angenommenen vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym, wodurch die Blutkörperchen natürlich den Gefäßwänden genähert werden. Die sogleich näher zu betrachtenden gleichzeitigen Vorgänge, das Austreten von Blutserum und Blutplasma aus den Gefäßen, tragen ebenfalls dazu bei, da durch die Verminderung der Blutflüssigkeit die Blutkörperchen genöthigt werden, sich sowohl näher aneinander, als auch inniger an die Wandungen der Haargefäße anzulegen.

Ein anderer Vorgang, den wir als zur Stase gehörig hier anreihen, ist der Austritt von Blutserum aus den Capillargefäßen in die Zwischenräume des Parenchyms, in naheliegende natürliche oder künstliche Höhlen u. s. w. Daß diese Erscheinung bei der Entzündung wirklich vorkommt, kann nicht bezweifelt werden; sie wird Gegenstand der unmittelbaren Beobachtung bei vielen Entzündungen äußerer Theile, bei Entzündungen nach Vesicantien, nach Verbrennungen, durch Druck (des Schuhwerks an den Füßen, an den Händen bei gewaltsamen Arbeiten), auch bei spontanen Entzündungen (Erysipelas bullosum), überhaupt bei allen entzündlichen Blasenbildungen. In allen diesen erhebt sich die Oberhaut in Gestalt einer mit Flüssigkeit gefüllten Blase. Die Flüssigkeit dieser Blase hat aber in ihrer qualitativen Mischung immer, sehr oft auch in ihrer quantitativen, die chemische Zusammensetzung des Blutserums, wenn sie zu einer gewissen Zeit, bald nach Bildung der Blase, entleert wird, denn später enthält sie auch Blutplasma, also aufgelös'ten Faserstoff. Daß diese Erscheinung auch bei anderen Entzündungen in inneren Theilen vorkommt, und ein wesentliches Moment einer jeden Entzündung ist, läßt sich zwar nicht streng beweisen, ist aber sehr wahrscheinlich, da viele Erfahrungen dafür sprechen: man beobachtet Erguß von Blutserum bei Hydrocephalus acutus, bei entzündlichem Hydrothorax, bei Pericarditis in serösen Höhlen, nach Scharlach im Zellgewebe, ebenso bei entzündlichem Oedem u. s. w. Doch lehrt schon die Beobachtung an äußeren Theilen, daß die Absonderung von Blutserum in manchen Fällen eine sehr kurze Dauer hat, und sehr bald der Absonderung von Blutplasma Platz macht, also schon aus diesem Grunde sich häufig der Beobachtung entziehen muß.

Eine andere Frage ist die, ob die Absonderung von Blutserum wirklich, wie wir hier angenommen haben, gleichzeitig mit dem Anfang der Stase auftritt, denn die unmittelbare Beobachtung lehrt uns nur, daß sie überhaupt während des Verlaufes der Entzündung auftritt, nicht aber, welchem Stadium derselben sie angehört. Doch wird unsere Annahme aus anderen Beobachtungen wahrscheinlich. Wir sehen nämlich in allen Fällen, wo Stockungen des Blutlaufs, durch mechanische Hindernisse im Venensystem, eintreten, Ergießung von Blutserum erfolgen; wenn Geschwülste der Leistendrüsen die Vena cruralis comprimiren, entsteht Oedem der betreffenden unteren Extremität, — bei Druck der entarteten Leber auf die Vena por-

tarum und Vena cava inferior Bauchwassersucht und Oedem der untern Körperhälfte. Dieses Gesetz, daß Stockungen des Bluts vom Austreten von Blutserum begleitet werden, ist so ohne Ausnahmen [1]), daß wir beide Momente als durchaus zusammengehörend betrachten und den bei Entzündungen vorkommenden Austritt von Blutserum ohne Bedenken der entzündlichen Stase als nothwendiges Glied anreihen können.

Schwieriger erscheint eine physiologische Erklärung dieser Erscheinung. Es ist vor der Hand wohl unmöglich, anzugeben, warum bei einer Stockung des Bluts nicht die ganze Blutflüssigkeit, sondern nur das Blutserum — Blutplasma ohne den Faserstoff — aus den Gefäßen austritt. Das Beste scheint, einstweilen auf jede Erklärung zu verzichten, und sich mit der Thatsache zu begnügen. Ebenso schwierig ist die Erklärung eines andern Umstandes, der hiebeistattfindet. Die ausgetretene Flüssigkeit enthält zwar immer dieselben chemischen Bestandtheile: Wasser, Eiweiß, extractartige Materien und Salze; — aber das quantitative Verhältniß dieser Bestandtheile ist nicht immer dasselbe. Bisweilen stimmt sie in ihrer quantitativen Zusammensetzung so ganz genau mit dem gewöhnlichen Blutserum überein, daß man sie für absolut identisch mit demselben erklären muß; in anderen Fällen aber, und zwar sehr häufig, ist der Gehalt an Wasser und Salzen nahe derselbe, wie beim Blutserum, aber die Menge der organischen Bestandtheile, des Eiweiß und der extractartigen Materien ist großen Schwankungen unterworfen und oft eine sehr geringe [2]). Zum Theil lassen sich diese Schwankungen wohl daraus erklären, daß auch die chemische Zusammensetzung des Blutserums im gesunden und kranken menschlichen Körper nicht immer dieselbe ist, aber diese Schwankungen reichen nicht hin, die sehr bedeutenden Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der hydropischen Flüssigkeiten zu erklären. Vielleicht erhalten wir später, wenn die zum Theil noch räthselhaften Gesetze der Endosmose und Exosmose thierischer Flüssigkeiten genauer gekannt sein werden, auch über diesen Punkt befriedigende Aufschlüsse.

Aus dem Bisherigen folgt, daß zwischen der entzündlichen und mechanischen Stase bedeutende Verschiedenheiten obwalten, sowohl in Bezug auf die Ursache, als auf die mit beiden verbundenen Erscheinungen, daß beide nicht mit einander verwechselt werden dürfen, und daß es unrichtig ist, den ganzen Entzündungsproceß mit dem Namen der Stase zu belegen.

Wir kommen nun zum dritten Moment der Entzündung, welches unmittelbar auf die Stase folgt. Es besteht in einem Durchschwitzen des Blutplasma — der ganzen Blutflüssigkeit ohne die Blutkörperchen — durch die Gefäßwände. Wir wollen es Exsudation nennen.

Durch die vorhergehenden Untersuchungen hat sich als wahrscheinliche Ursache der entzündlichen Stase eine vermehrte Anziehung zwischen Blut und Parenchym ergeben. Aus demselben Grunde läßt sich auch die Exsudation sehr leicht erklären. Das Blut im Ganzen wird vom Parenchym angezogen; die Blutkörperchen können natürlich nicht durch die Gefäßwände hindurch, sie müssen in den Gefäßen bleiben, so lange nicht Zerreißungen derselben erfolgen. Aber die Blutflüssigkeit kann ohne Hindernisse dem Zuge gegen das Parenchym hin folgen, da die Gefäßwände für dieselbe nicht undurchdringlich sind; sie wird sich also in das umliegende Parenchym ergießen und die Zwischenräume desselben erfüllen. Schwieriger ist nach dieser Erklärungsweise einzusehen,

---

1) Vergl. meine patholog. Anat.
2) Vergl. hierüber eine Zusammenstellung von eigenen und fremden chemischen Analysen in meiner patholog. Anat.

warum das Blutplasma sich von entzündeten Flächen aus in Höhlen ergießt, z. B. bei Pleuritis, Peritoneitis u. s. w. Hier wird das Angezogene, vielleicht durch das nachfolgende Blutplasma verdrängt, über den festen Punkt der Anziehung hinausgeführt. Für diese Fälle bietet sich noch eine andere Erklärungsweise dar, die aber bei näherer Prüfung nicht Stich hält. Man könnte sagen: In Folge der Erweiterung der Capillaren und der vermehrten Blutanhäufung in denselben muß schon nach physikalischen Gesetzen eine reichlichere Durchtränkung der umgebenden Theile mit Blutplasma erfolgen, als im normalen Zustande. Dem widerspricht aber die Beobachtung der mechanischen Stase; hier sind ebenfalls diese beiden Bedingungen gegeben: Erweiterung der Gefäße und Blutüberfüllung derselben, und doch erfolgt nicht, wie man erwarten sollte, eine vermehrte Durchschwitzung von Blutplasma, sondern nur eine vermehrte Absonderung von Blutserum.

Mit der Betrachtung dieser drei Momente ist vorläufig der Entzündungsproceß erschöpft.

Dem denkenden Leser wird es bereits aufgefallen sein, daß sich aus der einen supponirten Grundursache der Entzündung — der vermehrten Anziehung des Parenchyms eines Theiles zum Blute — alle Entzündungserscheinungen, selbst die Congestion, soweit sie zur Entzündung gehört, genügend erklären lassen. Nur das erste Stadium der Congestion, welches sich durch Verengerung der Haargefäße und Blässe des betreffenden Theiles äußert, setzt eine andere Ursache voraus; aber dieses Stadium wird auch bei eigentlichen Entzündungen sehr selten beobachtet. Die Erklärung aller übrigen Erscheinungen ist eine sehr ungezwungene: durch das vom Parenchym angezogene Blut werden die Haargefäße mechanisch ausgedehnt, daher Blutanhäufung (Congestion), das angehäufte Blut wird zurückgehalten und stockt (Stase); mit ihr geht Hand in Hand der noch unerklärte Austritt von Blutserum. Zugleich mit dem Stocken des Bluts tritt der Theil desselben, welcher der Anziehung des Parenchyms Folge leisten kann, die Blutflüssigkeit, durch die Gefäßwände hindurch in das Parenchym.

Es bleibt nur noch übrig, eine Reihe von Symptomen zu erklären, welche außer den erwähnten Erscheinungen die Entzündung fast immer begleiten; es sind die vier Cardinalsymptome der Entzündung: Schmerz, Röthe, Hitze, Geschwulst, zu denen sich noch als fünftes Blutaustritt (Extravasat) gesellt.

Der Schmerz bei Entzündungen kann verschiedene Ursachen haben, er ist

1) ein primärer, reiner Wundschmerz, der mit der nachfolgenden Entzündung gar nichts zu thun hat und durch die unmittelbare Einwirkung der Entzündungsursache auf die peripherischen Nerven eines verletzten Theiles entsteht; so bei allen Verletzungen, Wunden, chemischen Reizen, Verbrennungen und dergleichen.

2) Kann er möglicherweise secundär durch Reflex von den Centraltheilen des Nervensystems aus entstehen, so daß der Sitz des Schmerzes nur scheinbar die äußeren Theile, in der That aber Gehirn, Medulla oblongata oder Rückenmark sind; ich glaube, daß dies z. B. bei rheumatischen Schmerzen, welche rheumatischen Entzündungen vorausgehen, der Fall ist.

In beiden Fällen hängt der Schmerz direkt von der Entzündungsursache ab, und geht mit den anderen Erscheinungen der Entzündung parallel, ist nicht eine bloße Folge derselben.

3) Entsteht er später durch den Druck der erweiterten, mit Blut überfüllten Haargefäße oder Arterien, und in einem noch spätern Stadium durch den Druck des Exsudates auf die Nerven des afficirten Theils.

4) Endlich entsteht ein gewisser Grad von Schmerzgefühl bei der Entzündung durch die erhöhte Wärme des Theils.

Vom eigentlichen Schmerz bei der Entzündung ist zu unterscheiden die erhöhte Empfindlichkeit des Theils: er schmerzt beim Druck und bei Bewegungen, die im Normalzustande schmerzlos sind. Diese ist ohne Zweifel durch eine veränderte Qualität der peripherischen Nerven bedingt; die Erforschung ihrer Ursachen muß aber einem andern Gebiete überlassen bleiben.

Die vermehrte Röthe erklärt sich von selbst aus den schon oben bei der Congestion angegebenen Gründen: Ueberfüllung der erweiterten Haargefäße mit Blutkörperchen. Doch verdienen hiebei einige Fragen eine besondere Beachtung. Die erste ist die Ansicht, daß sich bei der Entzündung neue Gefäße bilden. In den verschiedenen Stadien des eigentlichen Entzündungsprocesses, bei der Congestion und Exsudation, hat man nie eine Bildung neuer Gefäße beobachtet, wohl aber kommt sie vor bei der Weiterentwicklung des durch die Entzündung gesetzten Exsudats. Bei allen acuten, schnell verlaufenden Entzündungen kann also eine Bildung neuer Gefäße nie als Ursache, oder auch nur als Mitursache der vermehrten Röthe betrachtet werden. Anders verhält es sich bei sehr in die Länge gezogenen, den sogenannten chronischen Entzündungen, wo gewöhnlich die Erscheinungen der eigentlichen Entzündung mit denen der Entzündungsausgänge gleichzeitig vorkommen. Hier kann allerdings eine vermehrte Röthe durch neugebildete Gefäße veranlaßt werden, welche sich selbst wieder im Zustand der Congestion oder Entzündung befinden.

Eine andere Ansicht ist die, daß sich bei der Entzündung sogenannte seröse Gefäße, d. h. solche, welche wegen ihres geringen Durchmessers keine Blutkörperchen, sondern bloß Blutplasma führen können, erweitern, Blutkörperchen aufnehmen, und daß dadurch, wenn auch nicht allein, doch zum Theil, die Entzündungsröthe veranlaßt wird. Aber dies ist eine bloße Hypothese. Niemand hat mit Bestimmtheit solche seröse Gefäße gesehen. Es kommt zwar bisweilen vor, daß einzelne kleine Haargefäße, wenn sich ihre Anfänge durch ein querliegendes Blutkörperchen momentan verstopft haben, oder von Außen zusammengedrückt werden, für kurze Zeit bloßes Plasma und keine Blutkörperchen führen; aber dieser Zustand dauert immer nur kurze Zeit und macht bald dem normalen wieder Platz. Gefäße, die bloß Plasma, keine Körperchen führen, wären, da ihre Wandungen noch zarter, also noch weniger sichtbar sein müßten, als die der gewöhnlichen Haargefäße, unter dem Mikroskop geradezu unsichtbar; daher spricht freilich ihre Nichtbeobachtung eben so wenig gegen als für ihre Existenz. Aber letztere ist auch aus theoretischen Gründen höchst unwahrscheinlich. Die umgebenden Theile müssen vermöge ihrer Elasticität ein beständiges Streben äußern, diese höchst zarten Gefäße, deren Wandungen keinen großen Widerstand leisten können, zusammenzudrücken und allmälich ganz zu verschließen, um so mehr, da ihnen die Blutkörperchen, als mechanisches Ausdehnungs- und Offenerhaltungsmittel fehlen. Ueberdies ist die Annahme seröser Gefäße zur Erklärung der Entzündungsröthe ganz überflüssig. Schon die gewöhnlichen Capillargefäße sind dem freien Auge ganz unsichtbar, und Theile, in welchen dieselben nur sparsam vorhanden sind, wie das Fettzellgewebe, die serösen Häute, erscheinen trotz ihrer Haargefäße ganz ungefärbt. Bei der Entzündung werden aber letztere nicht nur um das Doppelte und Dreifache weiter, sondern die Menge der Blutkörperchen in denselben vermehrt sich, da diese wegen des Austretens von Plasma sich enger aneinander drängen und auch die farblosen Lymphräume erfüllen, wohl um das Acht-, ja Zehnfache. In demselben

Maße steigt aber auch die Intensität der Röthe, welche allein von der Menge der Blutkörperchen abhängt.

Die Entzündungsröthe wird in manchen Fällen noch vermehrt durch das Austreten von Blut aus den zerrissenen Gefäßen in das Parenchym der Theile.

Vermehrte Röthe eines Theils kann außer den eben erwähnten Ursachen: Ueberfüllung der erweiterten Gefäße mit Blutkörperchen und Extravasat von Blut ins Parenchym, noch von einem dritten Grunde: einer Tränkung der Theile mit aufgelös'tem Blutfarbestoff — herrühren. Diese kommt aber bei reinen Entzündungen nie vor. Durch die mikroskopische Untersuchung ist man allein im Stande, in vorkommenden Fällen die Natur einer vermehrten Röthe mit Bestimmtheit zu ermitteln. Ihre Unterscheidung [1]) ist leicht und folgt aus den obigen Angaben von selbst.

Auch die erhöhte Temperatur bei der Entzündung läßt sich aus denselben Gründen erklären, welche bei der Congestion dafür angegeben wurden. Wahrscheinlich entsteht sie dadurch, daß der Sauerstoff der in großer Menge angehäuften Blutkörperchen durch das längere Verweilen derselben in den Haargefäßen und ihre innigere Berührung mit den Wänden der Capillaren vollständiger als sonst in Kohlensäure (vielleicht auch zum Theil in Wasser?) umgewandelt wird. Dies ist wenigstens sehr wahrscheinlich, muß aber erst durch Experimente bewiesen werden. Es folgt nämlich aus dieser Annahme, daß das aus entzündeten Theilen zurückfließende Venenblut reicher an Kohlensäure und ärmer an Sauerstoff sein muß, als das gewöhnliche Venenblut. Vergleichende Untersuchungen über diesen Gegenstand sind aber, so viel ich weiß, bis jetzt noch nicht gemacht worden, so wünschenswerth es wäre. — Das Blut stockt, wie bereits erwähnt, in den Haargefäßen entzündeter Theile nicht völlig, ein Theil desselben fließt in Folge des Drucks der nachfolgenden Blutsäule beständig in die Venen ab, während der Abfluß durch neuen Zufluß ersetzt, oder vielmehr durch diesen neuen Zufluß der Abfluß bedingt wird. Da nun das neu ankommende Blut beständig neuen Sauerstoff zuführt, so erklärt sich auch, warum die Temperaturerhöhung in entzündeten Theilen keine vorübergehende, sondern eine bleibende ist.

Die Geschwulst ist eine Erscheinung, welche die wirkliche Entzündung vor der bloßen Congestion voraus hat. Sie kann von verschiedenen Ursachen abhängen, die aber alle auf den Entzündungsvorgängen selbst beruhen. Diese Ursachen sind entweder

1) Erguß von Blutserum in das Parenchym des entzündeten Theils (entzündliches Oedem) — bildet für sich allein nur selten die entzündliche Geschwulst.

2) Exsudation von Blutplasma in das Parenchym (entzündliches Exsudat) ist der häufigste Grund der Entzündungsgeschwulst; — oder

3) Austritt von Blut mit Blutkörperchen ins Parenchym aus zerrissenen Gefäßen (Extravasat), was wir sogleich näher betrachten.

Blutaustritt (Extravasat), das letzte der zu betrachtenden Entzündungssymptome, findet sich zwar nicht bei jeder Entzündung, aber doch in sehr vielen Fällen. Bei Pneumonien fehlt der Bluterguß fast nie, wie man schon daraus erkennt, daß der Auswurf fast immer Blutkörperchen enthält (Sputa crocea); sehr häufig ist er bei Entzündung der Gehirnhäute oder der Gehirn-

[1]) Wegen der genaueren Merkmale und allenfallsigen, in speciellen Fällen nöthigen Vorsichtsmaßregeln muß ich auf meine patholog. Anat. und auf die Icones patholog. T. II. verweisen.

substanz selbst (entzündliche Apoplexie). Er wird hier, vorzüglich begünstigt durch Schlaffheit und geringes Widerstandsvermögen des Parenchyms.

Der Blutaustritt hat seinen Grund immer in einer Zerreißung der Gefäße; er wird veranlaßt:

1) durch größere Blutzufuhr in Folge einer Theilnahme größerer Arterien, wie es bereits bei der Congestion auseinandergesetzt wurde;

2) wahrscheinlich auch durch die vermehrte Anziehung des Parenchyms zum Blute unmittelbar, wenn diese Anziehung stark genug ist, um eine Zerreißung der Haargefäße zu veranlassen — doch ist dies, wie unsere ganze Hypothese, vorläufig nur eine wahrscheinliche Vermuthung.

Auch vom anatomischen Gesichtspunkt aus kann das Extravasat Verschiedenheiten zeigen, es ist nämlich, wie bereits erwähnt, entweder in sparsamen größeren Massen, oder in sehr vielen kleinen Blutpunkten abgelagert, die so klein sein, und sich so nahe an einander finden können, daß das ganze Parenchym gleichmäßig geröthet erscheint, wie man bisweilen beim Gehirn sieht. Zwischen diesen beiden Extremen können natürlich alle Mittelstufen vorkommen.

Fassen wir nochmals zur bessern Uebersicht alles bisher Betrachtete in ein paar Worten zusammen.

Der Entzündungsproceß besteht aus den folgenden Vorgängen: Erweiterung der Haargefäße (mit oder ohne vorgängige Verengerung derselben), Ueberfüllung derselben mit Blut (namentlich Blutkörperchen), Stocken des letztern, und gleichzeitig Durchtritt, erst des Blutserums, dann des ganzen Blutplasma, durch die Gefäßwände in die umgebenden Theile.

Diese Vorgänge sowohl als ihre Aufeinanderfolge lassen sich auf ziemlich genügende Weise aus einer Ursache erklären, nämlich aus einer durch die Entzündungsursache gesetzten Veränderung in den vitalen Kräften des kranken Theils. Diese Veränderung besteht in einer vermehrten Anziehung seines Parenchyms zum Blute; sie kann in manchen Fällen zum kleinern oder größern Theil auch von einer vitalen Veränderung des Bluts herrühren, welche letztere aber in der Regel auch von einer materiellen Veränderung dieses thierischen Bildungsstoffs begleitet wird.

Ist die Annahme einer solchen gesteigerten Anziehungskraft auch vor der Hand noch eine bloße Hypothese, so scheint sie sich doch mit einer gewissen Nothwendigkeit aufzudrängen. Wie diese Kraft den kranken Theilen von der Entzündungsursache übertragen wird, ist noch nicht ganz klar. In einigen Fällen geschieht es offenbar vermittelst der Centraltheile des Nervensystems durch Reflex: so bei den inneren Entzündungen nach Erkältungen äußerer Theile, bei allen sympathischen Entzündungen. In anderen Fällen, wo die Krankheitsursache unmittelbar auf den kranken Theil einwirkt, wird die vermehrte Anziehung entweder ebenfalls durch die Centraltheile des Nervensystems, durch Reflex, dem kranken Theile übertragen, oder durch unmittelbare Einwirkung der Krankheitsursache auf die centrifugalen peripherischen Nerven, oder vielleicht auch durch unmittelbare Einwirkung der Ursache auf das Parenchym; vielleicht kommen alle diese verschiedenen Möglichkeiten vor.

Nach unserer Annahme findet zwischen der eigentlichen, nicht in Entzündung übergehenden, und zwischen der entzündlichen Congestion in der Ursache eine Verschiedenheit Statt. Erstere geht, wie wir gesehen haben, von einer selbstständigen Erweiterung oder Erschlaffung der Haargefäße aus, als deren Folge die Blutanhäufung erscheint. Bei der letztern ist die Blutanhäufung in Folge einer vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym das erste, und die Ausdehnung der Capillaren das zweite, consecutive Moment. Die

Beobachtung lehrt auch, daß durch heftige örtliche Einwirkungen, z. B. Quetschungen, Verbrennungen, sogleich örtliche Entzündung, ohne vorgängige Congestion eintreten kann. Wir müssen daher zwischen gewöhnlicher und entzündlicher Congestion unterscheiden und sagen: In manchen Fällen geht zwar der Entzündung eine selbstständige Congestion voraus, in anderen Fällen aber fehlt diese und die Krankheitsursache setzt sogleich eine entzündliche Congestion, welche einen integrirenden Theil der Entzündung bildet, während die eigentliche Congestion ein selbstständiger, von der Entzündung unabhängiger Vorgang ist.

Eben so folgt aus dem Vorhergehenden, daß zwischen der entzündlichen Stase und der mechanischen, welche von Hindernissen im venösen Kreislauf herrührt, ein wesentlicher Unterschied stattfindet, daß beide von verschiedenen Ursachen herrühren, und nichts weiter mit einander gemein haben als die Erscheinungen der Blutstockung und des Austritts von Blutserum, während sie in allen übrigen Punkten himmelweit von einander unterschieden sind.

Bisher haben wir uns mit der Entzündung im engern Sinne beschäftigt, d. h. mit dem Theil der Entzündungsvorgänge, welcher jeder Entzündung wesentlich und allen concreten Fällen von Entzündung mit geringen Verschiedenheiten gemeinsam ist. Diese geringen Verschiedenheiten sind mannigfaltiger Art. Bald geht einer Entzündung eine selbstständige Congestion, von längerer oder kürzerer Dauer, voraus, bald fehlt sie und es tritt sogleich die entzündliche Congestion ein. Die einzelnen Stadien des Entzündungsprocesses sind ferner in den verschiedenen concreten Fällen von sehr verschiedener Dauer und Bedeutung. Oft ist die Ausschwitzung von Blutserum deutlich wahrnehmbar und von langer Dauer, oft geht sie verschwindend schnell und unmerklich vorüber und macht sogleich der Exsudation Platz. Diese letztere ist bisweilen sehr gering, so bei unbedeutenden Entzündungen, die sich schnell zertheilen, bisweilen ist sie reichlich, in die Länge gezogen, Wochen, ja Monate lang fortdauernd. Diese Verschiedenheiten lassen sich in manchen Fällen bis jetzt noch nicht genügend erklären, in anderen Fällen sind ihre Ursachen augenscheinlich und lassen sich mit Bestimmtheit nachweisen. Sie liegen, allgemein ausgedrückt, in individuellen Verschiedenheiten bald der Krankheitsursache, bald des entzündeten Theils, bald des erkrankten Individuums überhaupt. Wir werden später, bei einer übersichtlichen Betrachtung der verschiedenen concreten Entzündungen, Gelegenheit haben, nochmals hierauf zurückzukommen.

Der Entzündung im engern Sinne schließt sich eine Reihe von Vorgängen unmittelbar an, die man alle noch zur Entzündung im weitern Sinne rechnet. Sie bilden aber nicht, wie die bisher betrachteten, eine in der Zeit aufeinanderfolgende Reihe, sie treten vielmehr gleichzeitig auf, kommen aber selten in demselben Falle gleichzeitig vor, ja schließen sich vielmehr großentheils gegenseitig aus. Wir nennen sie Ausgänge der Entzündung. Sie beziehen sich entweder auf die Entzündung im engern Sinne, und bestehen dann in einem Aufhören der Entzündung, einer Rückbildung des entzündeten Theils zum Normalzustand — Zertheilung der Entzündung —, oder sie bestehen in einer Zerstörung, einem Absterben des entzündeten Theils — entzündliche Mortification, Brand —, oder endlich sie beziehen sich auf die weiteren Schicksale des entzündlichen Exsudats, welcher Vorgang selbst wieder große Verschiedenheiten zeigt und demgemäß in verschiedenen Fällen mit verschiedenen Namen belegt wird.

Wir wollen diese verschiedenen Erscheinungen hier ausführlicher betrachten.

I. Zertheilung der Entzündung.

Wenn die Veranlassung der Entzündung, oder nach unserer Hypothese die vermehrte Anziehung zwischen Blut und Parenchym aufhört, so wird der entzündete Theil wieder in seinen Normalzustand zurückkehren; die Blutstockung hört auf, die erweiterten Capillaren kehren zu ihrem normalen Durchmesser zurück, das ergossene Blutserum, das noch flüssige exsudirte Blutplasma wird resorbirt, kurz dem Entzündungsproceß wird ein Ziel gesetzt. Dies ist die einfachste Art, wie eine eingetretene Entzündung sich zertheilt.

Die Zertheilung setzt also immer das Erlöschen der veranlassenden Ursache voraus, so lange diese fortdauert, wird auch die Entzündung selbst fortdauern. Aber nicht immer wird mit dem Aufhören der veranlassenden Ursache der betreffende Körpertheil sogleich in integrum restituirt, es treten oft Umstände ein, welche sich seiner Rückkehr in den Normalzustand widersetzen. Sie sind die folgenden:

Die erweiterten Gefäße des entzündeten Theils sind mit Blut überfüllt; die einzelnen Blutkörperchen sind überdies, durch den Austritt eines Theils der Blutflüssigkeit und das Verschwinden der Lymphräume, nicht bloß in viel größerer Anzahl vorhanden als gewöhnlich, sie sind auch einander und den Gefäßwänden mehr genähert als gewöhnlich, sind in einander eingekeilt. Dieser Zustand, ein Ergebniß der Beobachtung, tritt, wiewohl wir ihn oben als Ursache der Stase läugneten, doch immer mit dem Auftreten der Stockung ein. Er ist offenbar beim Aufhören der veranlassenden Ursache noch zugegen und setzt der Zusammenziehung der Capillarwandungen einen gewissen Widerstand entgegen. Ist der Widerstand dieser passiven Stockung groß genug, um zu überwinden

1) die vorwärtsbewegende Kraft des Kreislaufes (vis a tergo), welche ohnedies durch Erweiterung des Collateralkreislaufs während der Entzündung eine verminderte ist,

2) die Zusammenziehungskraft der Haargefäßwände, welche a. von ihrer Elasticität, b. von ihrem vitalen Tonus abhängt,

so kann offenbar diese passive Stockung auch nach dem Aufhören des veranlassenden Moments der Entzündung noch fortdauern.

Ferner kann, auch wenn die Stockung nach gänzlichem Aufhören der Entzündungsursache durch die Wirkung der vis a tergo des Kreislaufs völlig beseitigt ist, doch eine Lähmung der Haargefäße zurückbleiben. Diese haben aus Mangel an vitalem Tonus nicht mehr die Kraft, sich zu ihrem Normaldurchmesser zusammenzuziehen, bleiben also erweitert, enthalten mehr Blut als gewöhnlich.

In beiden Fällen befindet sich der Theil auch nach abgelaufener Entzündung noch im Zustande der Congestion, er erscheint mehr geröthet als gewöhnlich — eine Erscheinung, die man in der That in der Wirklichkeit sehr häufig nach abgelaufenen Entzündungen beobachtet. Wir müssen aber nach den eben angeführten Ursachen diese Congestion in eine passive, mechanische, von Einkeilung der Blutkörperchen herrührende, und in eine active, von einer bloßen Lähmung der Haargefäße abhängige, unterscheiden. Diese Unterscheidung hat, wie sich später zeigen wird, einen practischen Werth für die Therapie.

Aber auch ohne daß eine wahrnehmbare Congestion zurückbleibt, kann nach Ablauf von örtlichen Entzündungen eine gewisse Geneigtheit zu Rückfällen vorhanden sein, wie sich aus folgenden Betrachtungen ergiebt.

Denken wir uns die vitale Kraft, welche die Entzündungserscheinungen veranlaßt, $= A$, zusammengesetzt aus den beiden Größen $x + y$. Weder x

noch y ist für sich im Stande, der vis a tergo des Kreislaufs die Wage zu halten und Entzündung zu veranlassen, wohl aber beide zusammen. Wird die Kraft A nur um eine dieser Größen, um x vermindert, so wird die Entzündung aufhören, denn der Theil y allein vermag nicht mehr dem Andrange der Blutsäule zu widerstehen. Wirkt aber nun auf den scheinbar gesunden Theil eine Ursache ein, welche für sich allein nicht im Stande ist, Entzündung hervorzurufen, eben weil sie nicht die ganze Kraft A, sondern nur den Theil x derselben auf das Parenchym überträgt, die also unter gewöhnlichen Verhältnissen und bei vollkommner Gesundheit keine Entzündung hervorruft, so wird sie doch in diesem Falle hinreichend sein, die, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, schlummernde Entzündung wieder zu wecken. Dies erklärt im Allgemeinen die Geneigtheit mancher Organe, welche ein oder mehrmals sich im Zustande der Entzündung befanden, durch die geringste Veranlassung wieder in diesen Zustand zu verfallen.

Ist nun der zurückgebliebene Theil y der ursprünglichen Kraft zugleich derjenige, welcher eine Erweiterung der Haargefäße, also eine Congestion nach dem früher entzündeten Theile, unterhält, sei es nun, daß diese Erweiterung vom Nervensystem und von den Haargefäßen selbst ausgeht, also eine active, oder eine durch Zurückhaltung der eingekeilten Blutkörperchen veranlaßte, also mehr passive, mechanische ist, so nennt man gewöhnlich, wenn durch Hinzutreten der neuen Größe x die bestehende Congestion wieder in Entzündung übergeht, den ganzen Vorgang eine chronische Entzündung, und bezeichnet, wenn diese Vorgänge sich öfter wiederholen, das jedesmalige Wiederauftreten von wirklicher Entzündung mit dem Namen Exacerbationen. Dies geschieht aber darum, weil man in der gewöhnlichen ärztlichen Betrachtungsweise zwischen Congestion und Entzündung keine scharfe Grenze zieht.

Um die Uebereinstimmung der Resultate dieser Betrachtungen mit der Erfahrung noch bestimmter zu beweisen, wollen wir an die Fälle erinnern, wo die Entzündung bewirkende Kraft A wirklich getheilt ist, indem ein Theil x an das Parenchym, der andere Theil y an das Blut gebunden erscheint. Daß in solchen Fällen, z. B. im Rheumatismus acutus, eine vitale Veränderung des Bluts zugegen ist, von der die Entzündung zum Theil abhängt, ist zwar vorläufig nur eine Hypothese, aber doch nicht bloß eine mögliche, sondern höchst wahrscheinliche, da in solchen Fällen auch eine materielle Veränderung des Bluts (vermehrter Faserstoffgehalt) nachgewiesen worden ist, welche sich mit dem Aufhören der Entzündung verliert. Bei dieser Disposition des Bluts treten nun beim Rheumatismus acutus Entzündungen verschiedener Theile (namentlich der Gelenke) durch die geringfügigsten Ursachen ein, welche unter anderen Verhältnissen nicht im Stande wären, Entzündungen hervorzurufen. Der im Blute sitzende Theil der Kraft A, $= y$ ist hier so bedeutend und überwiegend, daß die das Parenchym treffende Veranlassung x nur sehr klein zu sein braucht, um eine örtliche Entzündung hervorzurufen, und eben wegen der Geringfügigkeit des Moments x wird der örtliche Entzündungsproceß so leicht wieder aufgehoben, während die allgemeine Disposition fortdauert und durch die geringste Veranlassung wieder zur örtlichen Entzündung wird. Daher die Unmöglichkeit, das Wandern der Entzündung von einem Gelenk zum andern durch Localmittel zu verhindern, weil die geringfügigsten Ursachen, deren Abhaltung oft nicht in unseren Kräften steht, hinreichen, die Kraft y zur ganzen Kraft A zu erheben. Ist aber der im Blute liegende Theil der Kraft, $= y$, gebrochen, so dür-

22*

fen viel mächtigere Ursachen als x ist einwirken, ohne daß eine örtliche Entzündung entsteht. Daher haben beim Rheumatismus acutus nur die Antiphlogistica Erfolg, welche den an das Blut gebundenen Theil der Kraft A zu verringern vermögen.

Aus den vorliegenden Betrachtungen gehen sehr wichtige practische Folgen hervor, deren Anwendung auf specielle Fälle indeß die uns hier gesteckten Grenzen überschreiten würde. Wir können dies unseren Lesern überlassen, da diese Anwendungen sich größtentheils von selbst verstehen, werden aber später, bei Gelegenheit einer kurzen Uebersicht über die Entzündungen und bei Betrachtung des bei Entzündungen einzuschlagenden Heilverfahrens nochmals hierauf zurückkommen.

II. Absterben des entzündeten Theiles, Brand.

Man rechnet den Brand nicht mit Unrecht zu den Entzündungsausgängen, wiewohl eigentlich die Gangrän nicht bloß zu den seltensten Ausgängen der Entzündung gehört, sondern auch die als reiner Entzündungsausgang auftretende Gangrän eine der allerseltensten Arten des Brandes selbst bildet.

Es giebt Fälle, in denen die Entzündung eine ungewöhnliche Heftigkeit erreicht, wo also die von uns angenommene Anziehung zwischen Blut und Parenchym eine sehr bedeutende ist, entweder wegen der Energie der einwirkenden Ursache, oder wegen der Empfänglichkeit (Impressionabilität) des afficirten Theils oder des ganzen Organismus. In solchen Fällen ist die Zurückhaltung des Bluts eine totale, es erfolgt durch Zerreißung vieler Haargefäße ein sehr bedeutender Bluterguß ins Parenchym. Die erste, nothwendige Folge dieser Ereignisse ist dieselbe, wie die bei jeder Entzündung: vermehrte Wechselwirkung zwischen dem Sauerstoff des Bluts und den Säften des Parenchyms, also vermehrte Bildung von Kohlensäure, vermehrte Hitze. Da aber dieses Blut nicht wie im Normalzustande und selbst in den gewöhnlichen, minder intensiven Fällen von Entzündung durch neues ersetzt wird, so ist der so entzündete Theil von aller frischen Blutzufuhr abgeschnitten, er verhält sich ganz ebenso, wie ein Theil, dessen Arterien vollkommen verschlossen sind — das in ihm enthaltene Blut und er selbst geht schneller oder langsamer in Zersetzung über. Die Beobachtung lehrt, daß diese Zersetzung zuerst in dem extravasirten, später in dem in den Haargefäßen enthaltenen Blute solcher Theile bemerkbar wird; das Blut wird purpurfarben, die Blutkörperchen verschwinden, das Blutroth löst sich im Serum auf und färbt dieses; das extravasirte Blut bildet braune, rostfarbige Klumpen. Diese Veränderung des Bluts ist immer das erste, sie fehlt nie beim entzündlichen Brande; später verändern sich auch die Elementartheile der übrigen Gewebe: die Primitivbündel der willkürlichen Muskeln verlieren ihre Querstreifen und werden blaß; sie, das Zellgewebe und die meisten übrigen Organe verlieren ihren Zusammenhang und zerfallen in eine unbestimmte körnige Masse. Am längsten erhalten sich die Knochen, die Sehnen, das faserige Gewebe der Lungen in ihrer ursprünglichen Form, man findet gewöhnlich Theile derselben noch wohl erhalten, wenn die umliegenden Gewebe längst in eine unbestimmte, breiartige Masse übergegangen sind [1]). Ob diese Veränderungen rein von chemischen oder mechanischen Gründen abhängen, also eine bloße Folge der Entzündung sind, oder ob auch noch andere Ursachen mitwirken, vitale, durch eine andre als die Ent-

[1]) Das Genauere über diese Veränderung und ihr Vorkommen in einzelnen Fällen s. in meiner patholog. Anatomie und in den Icones Taf. 10.

zündungsursache bewirkte Veränderungen des Parenchyms; dies zu entscheiden, forderte eine weitaussehende Untersuchung, die strenge genommen, nicht zur Entzündung gehört. Es mag genügen, gezeigt zu haben, daß hier die Gangrän, wenigstens mit Wahrscheinlichkeit als Folge des durch die Entzündung bewirkten Ausschlusses von lebensfähigem, sauerstoffhaltigem Blut betrachtet werden kann.

In diesen nur sehr selten vorkommenden Fällen tritt die Gangrän allerdings als Folge der Entzündung auf; in wiefern man aber daraus ein Recht hat, die Gangrän als den höchsten Grad der Entzündung zu betrachten, wollen wir dem Urtheil der Leser überlassen.

In den bei weiten meisten Fällen, wo Entzündung und Gangrän gleichzeitig auftreten, ist das Verhältniß dieser Processe ein anderes. Wenn z. B. nach Erfrierungen ganzer Glieder diese an einzelnen Stellen sich entzünden, an anderen brandig werden, so beweis't dies nur, daß dieselbe äußere Ursache, je nach ihrer Heftigkeit bald Entzündung, bald Brand hervorrufen kann, oder allgemein ausgedrückt, daß die Wirkung der Krankheitsursachen nicht bloß nach ihrer Qualität, sondern auch nach ihrer Quantität eine verschiedene sein kann, nicht aber, daß Brand und Entzündung verwandte Processe oder gar verschiedene Stufen eines und desselben Vorganges sind. Daß eine Entzündung durch Hinzukommen neuer Bedingungen in Brand übergehen kann, und zwar um so leichter, je mehr in der Entzündung selbst schon Bedingungen dazu gegeben sind (Blutstockung und Blutextravasat), versteht sich von selbst. So oder ähnlich ist das Verhältniß dieser beiden Processe in den meisten Fällen, wo Entzündung in Brand übergeht. Oft werden aber auch die Bedingungen zu beiden durch dieselbe Krankheitsursache gleichzeitig gesetzt. Nach sehr heftigen Verletzungen, Quetschungen, chemischen Einwirkungen, Erfrierungen, Verbrennungen u. dgl. tritt Entzündung ein. Wenn nun durch andere, von derselben Ursache gesetzte Bedingungen, Zerreißungen von Gefäßen und bedeutendes Extravasat, Verletzung von Nerven u. s. f., nach einiger Zeit ein vollständiges Absterben des verletzten Theils, Brand, eintritt, so ist dieser nicht eine unmittelbare Folge der Entzündung, sondern die Folge eines neuen Processes, dessen Bedingungen mit denen der Entzündung zugleich gesetzt wurden, der aber, sobald er seine Höhe erreicht, jedes organische Leben, somit auch die Entzündung unterdrückt. Wir bemerken jedoch ausdrücklich, daß hier die Gegenwart von Entzündung auf die oben angegebene Weise allerdings den Einfluß haben kann, daß die von ihr ergriffenen Theile leichter und früher als außerdem in Zersetzung übergehen.

Die Krankheiten des thierischen Organismus sind so zusammengesetzt, ihre Verbindungen so mannigfach, die Reihen ihrer Symptome und Ursachen so vielgliedrig, nach so unzählig viel Seiten hin mit einander verbunden und verkettet, daß es unmöglich ist, auch nur einen Proceß nach allen Richtungen hin zu verfolgen oder gar den Causalnexus zwischen zweien genügend nachzuweisen. Wir begnügen uns daher, die Verbindung des Brandes mit der Entzündung nur in den wesentlichsten Punkten berührt zu haben.

Von einer anderen Art des Absterbens von Theilen in Folge von Entzündung, die man gewöhnlich nicht zum Brande rechnet, nämlich der Verschwärung (Ulceratio), wird später, bei der Eiterung, die Rede sein.

III. Weiterentwicklung des entzündlichen Exsudats.

Ein andrer Theil der Entzündungsausgänge, und zwar der bei weitem häufigste, besteht in einer Weiterentwicklung des exsudirten Blutplasma.

Das im letzten Stadium der Entzündung aus den Gefäßen austretende Blutplasma verbreitet sich in den umgebenden Theilen. Die Art, wie es sich hier ansammelt, ist nach der Beschaffenheit dieser Theile verschieden. Ist der Theil massig, parenchymatös, dabei aber weich und locker, so wird sein ganzes Gewebe gleichmäßig vom Blutplasma durchtränkt. So erfüllt bei Entzündungen der Lungen das Plasma alle Zwischenräume zwischen den histologischen Elementen dieser Organe, und zwar nicht nur die Räume zwischen den Lungenfasern, den Gefäßen und Bronchialendigungen, sondern auch die Höhlen der Lungenzellen und der letzten Bronchialäste selbst. Bei Exsudationen im Gehirn werden alle Zwischenräume zwischen den Primitivfasern und den Gefäßen vom Plasma eingenommen, oder dieses bildet, wie ich es einmal beobachtete, durch Auseinanderdrängen der Gehirnsubstanz mitten in derselben künstliche Höhlen von verschiedener Größe, in denen es sich vorzugsweise ansammelt.

Sind flächenartig ausgebreitete Organe der Sitz der Entzündung, so bedeckt das ergossene Plasma als flüssige Schichte die Oberfläche derselben, wobei es entweder noch von den Epithelialgebilden überzogen, eine Art Blase bildet, oder frei zu Tage tritt und dann gewöhnlich sehr bald gerinnt und auf äußeren Oberflächen zu einer Art Schorf wird, auf inneren als Pseudomembran auftritt. Dies beobachtet man bei Entzündungen der Haut, der Luftröhre, des Rachens u. dgl.

Bilden diese Flächen die Wände von Höhlen, so erfüllt das Plasma die Höhle: so beim Peritonäum, bei der Pleura, dem Herzbeutel.

Es kann kein Zweifel darüber obwalten, daß diese Vertheilung des Blutplasma hauptsächlich von physikalischen Ursachen abhängt.

In der Regel geht das ergossene flüssige Blutplasma, wenn es nicht noch im flüssigen Zustande wieder resorbirt wird, nach kürzerer oder längerer Zeit in den festen Zustand über — es gerinnt. Diese Gerinnung ist ein rein chemischer Vorgang, bedingt durch die chemischen Eigenschaften des im Blutplasma aufgelös'ten Faserstoffs. Doch giebt es hievon einzelne Ausnahmen, in welchen das bei Entzündungen exsudirte Blutplasma ohne vorher zu gerinnen, sogleich eine organische Weiterentwicklung erfährt. Diese Fälle werden später bei Darstellung der Eiterbildung und Organisation genauer besprochen.

Die Anordnung des geronnenen Faserstoffes (festes Exsudat) gehorcht ebenfalls rein physikalischen Gesetzen; sie richtet sich nach der oben erwähnten Vertheilung des flüssigen Plasma.

In parenchymatösen Organen sind in der Regel alle Zwischenräume des Gewebes mit festem Exsudate erfüllt und alle histologischen Elemente des Theils von demselben auf das Innigste umfaßt, ebenso dicht wie die Steine eines Mauerwerkes vom Mörtel. Zugleich erfüllt das Exsudat alle kleinen natürlichen Höhlen und Kanäle des Theils auf das Vollkommenste, so daß eine dichte Masse entsteht, vollkommen solid, ohne alle Zwischenräume, wie man am deutlichsten bei der sogenannten Hepatisation der Lungen sieht.

In Höhlen zeigt der Vorgang manche Verschiedenheiten, die sich aber ebenfalls aus der Natur der Sache leicht erklären lassen. Erfolgt die Gerinnung schnell und plötzlich, so bildet das Exsudat größere unregelmäßige Massen, die, anfangs zart und schwammig, sich der Natur des Faserstoffs gemäß allmälig zusammenziehen und derbere unregelmäßige Partien, Flocken u. dgl. bilden, welche entweder den Wänden der Höhle anhängen oder frei

in der Flüssigkeit schwimmen. Erfolgt die Gerinnung allmälig und stetig, so bildet das Exsudat Schichten, mehr oder weniger regelmäßige Lagen, welche die Wände der Höhle bedecken und bisweilen vollständige, aus vielen concentrischen Schichten bestehende geschlossene Säcke bilden, welche in ihrem Innern mit der nun des Faserstoffs beraubten Blutflüssigkeit erfüllt sind. Dieser Vorgang ist namentlich auf der Pleura ein häufiger. Aehnliche schichtenförmige Ablagerungen von Exsudat bilden sich bisweilen im Innern von Organen, wenn sich ein zwischen zwei festeren Membranen liegendes laxes Bindegewebe entzündet — so namentlich im Darmkanal, in der sogenannten Tunica nervea, dem laxen Bindegewebe zwischen Muskelhaut und Schleimhaut.

Indessen muß man noch auf einen andern Umstand Rücksicht nehmen, um die Entstehungsweise der verschiedenen vorkommenden Formen des festen Exsudats zu begreifen. In der Regel ist die Entzündung nicht gleichmäßig über ein ganzes Organ verbreitet; sie ist örtlich beschränkt und breitet sich erst allmälig, von Stelle zu Stelle fortschreitend, weiter aus. Ein zuerst austretender Tropfen Plasma gerinnt zuerst, ein zweiter später ausgeschwitzter legt sich an ihn an und gerinnt gleichfalls, u. s. w. Daher kommt es, daß das Exsudat auf freien Flächen oft ein stalaktitenähnliches, zottiges Aussehen hat (Cor villosum), daß bei gewissen Lungenentzündungen (Keuchhusten — lobuläre Pneumonie der Kinder) alle, auch die kleinsten abtrennbaren Stücke der entzündeten Lunge noch etwas Luft enthalten und im Wasser schwimmen, wiewohl die mikroskopische Untersuchung derselben in allen einzelnen, auch den kleinsten Partien, kleine Mengen von Exsudat nachweis't. Die einzelnen Modificationen dieser Erscheinung erklären sich aus den in den concreten Fällen vorhandenen Umständen gewöhnlich von selbst.

H. Nasse hat noch auf eine andre Art aufmerksam gemacht, wie der im entzündlichen Exsudate aufgelös'te Faserstoff gerinnen kann, — zu mikroskopischen Blättchen oder Schollen [1]).

Das bisher betrachtete feste Exsudat zeigt ganz das chemische Verhalten des geronnenen Faserstoffs: es hat dessen Farbe und Consistenz und alle seine chemischen Eigenschaften, ist unlöslich in kaltem und kochendem Wasser, Alkohol und Aether, lös't sich allmälig in Ammoniak, schneller in Kali; lös't sich allmälig in Essigsäure [2]). Es erscheint, mikroskopisch untersucht, vollkommen amorph, ohne alle Spur von Organisation, nur bisweilen unbestimmt faserig oder mit Fettkörnchen bedeckt — Erscheinungen, die aber Nichts mit der später eintretenden Organisation zu schaffen haben.

So weit sind alle Vorgänge bei der Weiterentwicklung des Exsudats gleich, mit bloßer Ausnahme der später zu beschreibenden Fälle, wo das Exsudat, ohne zu gerinnen, sogleich aus dem flüssigen Zustande in den der Organisation übergeht. Der weitere Vorgang aber ist in verschiedenen Fällen ein verschiedener, und man unterscheidet demgemäß den Ausgang

1) in Resolution,

2) in Eiterung,

3) in Narbenbildung, Regeneration und Hypertrophie.

Alle diese verschiedenen Ausgänge beruhen auf einer und derselben

---

[1]) Müller's Archiv. 1841. S. 439 ff.

[2]) Nach den Untersuchungen von v. Fellenberg und Valentin verändert sich bei der Gerinnung die elementäre Zusammensetzung des Faserstoffs: er verliert Wasserstoff oder Wasser, während der Gehalt an Kohlenstoff und Stickstoff derselbe bleibt. Siehe Müller's Archiv. 1841. S. 542 ff.

Basis, auf der Weiterentwicklung des entzündlichen Exsudats. Die Entwicklung selbst gehorcht aber immer den allgemeinen Gesetzen der organischen Bildung und beruht auf der dem Exsudate seiner Natur nach inwohnenden Entwicklungsfähigkeit; — sie ist also eine nothwendige und gesetzmäßige. Der wirkliche Uebergang in die Entwicklung erfolgt, wahrscheinlich immer, durch Zellenbildung, und läßt sich, den bisherigen Erfahrungen zu Folge, allgemein so ausdrücken:

»In dem als Blastem auftretenden Exsudate entwickeln sich Zellenkerne mit Kernkörperchen; um diese bilden sich Zellenwände. Die auf diese Weise entstandenen primären Zellen erleiden weitere Veränderungen, welche bei den verschiedenen Entzündungsausgängen verschieden sind.«

Wir betrachten nun die einzelnen Arten der Weiterentwicklung des Exsudats, indem wir erst den positiven Thatbestand, das durch sichere Beobachtungen bereits Festgestellte, als Grundlage vorausschicken, dann weitere Schlüsse daraus ziehen.

1) Ausgang in Resolution.

Im weitesten Sinne gehören hieher alle Fälle, wo die Entzündung verschwindet, ohne daß eine wesentliche bleibende Veränderung des ergriffenen Gewebes zurückbleibt und ohne daß die Entzündungsproducte nach außen entleert werden. Wie die Entzündung im engern Sinne, bevor es noch zur Exsudation gekommen ist, durch Aufhören der Entzündungsursache selbst aufhören, sich zertheilen kann, wurde bereits besprochen. Ebenso haben wir bereits erwähnt, daß selbst vorhandenes Exsudat, so lange es noch flüssig ist, wahrscheinlich wieder resorbirt, in den Kreislauf zurückgenommen werden, und daß also auch dann noch eine vollständige Zertheilung der Entzündung erfolgen könne. Ist das Exsudat aber einmal festgeworden, so findet eine vollständige Rückkehr des entzündeten Theils in den Normalzustand nur dadurch Statt, daß das feste Exsudat wieder verflüssigt und in diesem Zustande resorbirt wird. Diese Art der Weiterbildung des Exsudats verstehen wir hier unter der Bezeichnung: »Resolution im engern Sinn.« Die Verflüssigung erfolgt aber immer durch einen organischen Vorgang, der, wie die Beobachtung lehrt, folgende Momente hat:

Das Exsudat verwandelt sich in kernhaltige Zellen von $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{100}'''$ Durchmesser. Diese Zellen wachsen allmälig, bis sie eine Größe von $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{60}'''$ erreichen und erfüllen sich zugleich mit einer anfangs geringen, später sehr großen Menge von kleinen, dunkelen Körnchen, so daß die anfangs durchsichtige und farblose Zelle später vollkommen undurchsichtig wird, von der Farbe ihres Inhalts selbst eine bräunliche oder schwärzliche Farbe annimmt und als ein Aggregat von Körnchen erscheint, durch welche der Zellenkern, häufig auch die Zellenwand vollkommen verdeckt und unsichtbar wird [1]).

---

[1]) Vergl. meine Icones histol. pathol. T 3. Fig. 13 — 16.

Nach Gluge (Anatomisch-mikroskopische Untersuchungen. Heft 1. 1839. S. 12 u. a. and. Ort.) entstehen die oben beschriebenen Körnchenzellen, die er zusammengesetzte Entzündungskugeln nennt, nicht durch Zellenbildung, sondern unmittelbar aus den Kernen der aufgelös'ten Blutkörperchen, durch Agglutination derselben, und bilden sich bereits innerhalb der Gefäße. Daß Gluge's Ansicht auf die oben beschriebenen Vorgänge keine Anwendung findet, daß dort vielmehr die Entzündungskugeln wirklich in Folge von Zellenbildung entstehen, läßt sich direct beobachten (Vergl. Icones. histol. pathol. T. 2. Fig. 6 und 7). Wegen der Controverse hierüber und der ausführlichen Beweise muß ich aber auf meine pathol. Anat. verweisen, da hier ein specielles Eingehen in's Detail zu weit führen würde.

Dieser morphologische Uebergang des Exsudats in körnerhaltige Zellen geht Hand in Hand mit einer chemischen Veränderung desselben. Schon die Zellen selbst enthalten zwei chemisch verschiedene Stoffe — Zellenwand und Zellenkern — von denen die erstere sich in Essigsäure lös't, letzterer nicht. Mit der Bildung der Körnchen wird ein dritter, chemisch verschiedener Stoff gebildet oder wenigstens ausgeschieden. Die Körnchen lösen sich nicht in Essigsäure wie die Zellenwände, nicht in Ammoniak oder Kali wie Zellenwand und Zellenkern, wohl aber in der Regel in Aether. Sie scheinen also aus Fett zu bestehen. (In gewissen Fällen scheinen diese Körnchen aber hauptsächlich aus Kalksalzen gebildet, doch ist noch die Frage, ob die letzteren bisweilen, z. B. beim Tuberkel vorkommenden körnerführenden Zellen, wirklich der Entzündung angehören — die Controverse hierüber s. in m. path. Anatomie.)

Die ausgebildeten Körnchenzellen sind keiner weitern organischen Entwicklung fähig; sobald sie ihre vollständige Größe erreicht und sich ganz mit Körnchen erfüllt haben, ist ihre weitere Metamorphose eine rückschreitende; die Zellenkerne verschwinden, werden resorbirt, eben so die Zellenwände, und es bleiben zuletzt nur noch die Körnchen übrig, welche anfangs noch durch ein schleimiges Bindemittel verbunden, später sich vollständig von einander trennen. Endlich nach dem vollständigen Zerfallen der Körnchenzellen wird das ganze ursprünglich vorhandene Exsudat in eine halbflüssige, breiige Masse verwandelt, welche, mikroskopisch untersucht, aus den noch unveränderten Körnchen der zerfallenen Körnchenzellen besteht, die in einer Flüssigkeit, dem ursprünglichen Serum des exsudirten Blutplasma, schwimmen.

Diese Art der Umwandlung des Exsudats begünstigt vorzugsweise die Resorption desselben. Bis zu ihrer vollständigen Ausbildung hängen die Körnchenzellen noch mit einander zusammen, bilden also keine Flüssigkeit, die, wie der Eiter, die Tendenz hat, nach Außen entleert zu werden und durch Druck auf die umgebenden Theile diese Entleerung nach Außen selbst herbeiführt oder wenigstens begünstigt. Nach vollendeter Entwicklung derselben scheint aber neben der Resorption der Zellenwände auch eine kräftige Resorption der Flüssigkeit stattzufinden, wenigstens erscheinen bei der mikroskopischen Untersuchung sowohl die ausgebildeten Körnchenzellen, als auch die schon ganz in Körnchen zerfallenen mit viel weniger Flüssigkeit gemischt, als man gewöhnlich beim Eiter beobachtet. Zuletzt bleiben also nur die Körnchen übrig, die wegen ihrer blanden Natur und bei Gegenwart von wenig Flüssigkeit nur geinge Störungen in den umgebenden Theilen hervorrufen und allmälig in den Flüssigkeiten des Parenchyms aufgelös't und resorbirt werden.

Der beschriebene Ausgang der Entzündung wird hauptsächlich beobachtet nach Entzündungen innerer Organe: des Gehirns, der Lungen, der Milz, Leber u. s. f. Die meisten chronischen Entzündungen der Gehirnsubstanz und entzündlichen Erweichungen dieses Organs sind von Körnchenzellenbildung begleitet. Bei allen Entzündungen der Lunge, wo die Kranken, nachdem der Eintritt der Zertheilung aus den allgemeinen Erscheinungen so wie durch die Auscultation erkannt werden konnte, an anderen Zufällen erlagen, fand ich diesen Vorgang. An äußeren Theilen, im Zellgewebe, in Muskeln, auf flächenartig ausgebreiteten Organen, wird die Bildung von Körnchenzellen als Entzündungsausgang seltner beobachtet, vielleicht nur deßwegen, weil man selten Gelegenheit hat, äußere Theile nach Entzündun-

gen, die nicht in Eiterung übergehen, sondern sich zertheilen, genauer zu untersuchen. Nach Entzündungen des innern Auges in Folge von Nadeloperationen, wo die Kranken einige Zeit nach der Operation an anderen Zufällen erlegen waren, fand ich ein paar Mal Bildung von Körnchenzellen in dem von den entzündlichen Theilen gelieferten Exsudat im innern Auge.

2) Umwandlung des Exsudats in Eiter.

Diese erfolgt eben so wie die Bildung von Körnchenzellen nach den allgemeinen Gesetzen der organischen Entwicklung. Der dabei stattfindende Vorgang ist im Allgemeinen folgender:

Das Exsudat verwandelt sich in Zellen mit Zellenkernen (Eiterkörperchen), welche nach ihrer vollendeten Ausbildung keiner weitern Entwicklung fähig sind, vielmehr sich von einander trennen und mit dem ursprünglichen Serum des exsudirten Blutplasma gemischt eine emulsionsartige, mehr oder weniger dickliche Flüssigkeit von weißgelber Farbe bilden, den Eiter, der eine gewisse Tendenz hat, nach Außen entleert zu werden.

Die Zellen des Eiters sind klein, schwanken zwischen $1/100$—$1/300'''$ Durchmesser, anfangs blaß, vollkommen rund, durchsichtig, mit deutlichem Kern; später werden sie dunkler, granulirt, derber und der Kern wird verdeckt, kommt aber wieder zum Vorschein, wenn man Essigsäure zusetzt, welche die Zellenwände durchsichtig macht. Die Eiterzellen haben das Eigenthümliche (was jedoch auch gewissen anderen jungen Drüsenzellen zukommt), daß ihre Kerne durch die Einwirkung von Essigsäure in der Regel in zwei, auch drei, seltener vier abgesonderte Körnchen zerfallen [1]).

Mit der morphologischen Ausbildung des Exsudats zu Eiterkörperchen erleidet dasselbe zugleich eine chemische Veränderung; die Eiterkörperchen verhalten sich chemisch anders als der geronnene Faserstoff; sie bestehen überdies selbst wieder aus mindestens zwei chemisch verschiedenen Substanzen, einer Kernsubstanz, welche durch Essigsäure nicht, wohl aber durch Ammoniak und Kali causticum aufgelös't wird, und einer Hüllensubstanz, die durch Behandlung mit Essigsäure sogleich durchsichtig wird und sich allmälich in ihr auflös't.

Die Entwicklung der Eiterkörperchen aus dem geronnenen Faserstoff erfolgt in der Art, daß der Faserstoff selbst sich allmälig in Eiterkörperchen umwandelt. Im Anfange dieser Umwandlung des Exsudats in Eiter sieht man einzelne Eiterkörperchen in das amorphe oder unbestimmt faserige Blastem gleichsam eingebettet [2]). Später geht aber das ganze Exsudat allmälig in Eiterkörperchen über. Sobald letztere ihre vollkommne Ausbildung erreicht haben, trennen sie sich, gewissermaßen durch Abschnürung, von einander, verlieren allen Zusammenhang und mischen sich mit dem Serum, welches sich vom Faserstoffe bei seiner Gerinnung abgeschieden hat. Das Eiterserum ist das ursprüngliche, bei der Exsudation des Blutplasma ergossene, vielleicht etwas modificirte Blutserum. Erst durch die Vermischung mit demselben wird der Eiter zu einer Flüssigkeit.

Da bei Entzündungen die Exsudation von Faserstoff in der Regel all=

---

[1]) S. m. Icones histol. path. Taf. III. und das Genauere in m. patholog. Anat. Auf letztere muß ich auch in Betreff der Frage verweisen, ob diese Theile des Kerns die ursprünglichen Kernkörperchen sind oder nicht. Nach Messerschmidt — De pure et sanie Dissert. Lipsiae 1842. S. 10 ff. können die Kernkörperchen durch Behandlung des Eiters mit Alkalien, namentlich aber durch Zusatz einer concentrirten Auflösung von Borax deutlich sichtbar gemacht werden.

[2]) Vgl. Icones histol. pathol. Taf. III. Fig. 5. u. 6.

mälig erfolgt und eine langdauernde, oft wiederholte ist, so geht nicht immer das ganze Exsudat gleichzeitig in Eiter über; gewöhnlich sind in einem Eiterheerde — Absceß — neben vollständig ausgebildetem Eiter noch Partien von amorphem Faserstoffexsudate vorhanden, in denen die Bildung von Eiterkörperchen noch nicht oder eben erst begonnen hat. Dies kann man bei fast allen Abscessen beobachten und die sogenannten Eiterpfröpfe sind nichts anders als solche Partien noch amorphen Exsudats, welche, von allen Seiten mit Eiter umgeben, den frühern Zusammenhang mit den umliegenden Theilen verloren haben und zugleich mit dem ausgebildeten Eiter entleert werden.

Der fertig gebildete Eiter hat eine große Neigung, aus dem Theile, in welchem er entstanden ist, nach Außen entleert zu werden. Dieses Streben hängt ohne Zweifel größtentheils von seiner flüssigen Beschaffenheit ab; es hört auf, sobald durch Resorption des Eiterserum die Fluctuation in einem Abscesse verschwindet und ist in dem Maße größer, als die Fluctuation deutlicher wahrgenommen wird.

Wenn der Eiter nicht künstlich entleert wird und sich nicht selbst einen Ausfluß nach Außen eröffnet, dann kann er noch weitere Veränderungen erleiden. Die Eiterkörperchen zerfallen allmälig, der Eiter verwandelt sich (wenn das Serum vorzugsweise resorbirt wird) in eine dickliche, grumöse Masse, oder in eine dünne, mit schmierigen Flocken gemischte Flüssigkeit, und die Masse sowohl als die Flocken erscheinen, wenn sie mikroskopisch untersucht werden, als eine durchaus unbestimmte, aus kleinen (meist unter $1/_{1000}'''$ großen) körnigen Molekeln bestehende Materie, welche sich von allen übrigen zerfallenen und zersetzten organischen Materien, z. B. zerflossenem Markschwamm oder Tuberkelmasse, überhaupt vom organischen Detritus, nicht unterscheiden läßt. In diesem Zustande, aber auch nur in diesem, ist der Eiter im Ganzen einer Resorption fähig, indem sich die der organischen Selbstständigkeit beraubten Ueberreste desselben allmälig in den Körperflüssigkeiten auflösen und mit diesen in den allgemeinen Kreislauf zurückkehren. Was aber die Aerzte gewöhnlich Eiterresorption nennen, ist ein von dem eben beschriebenen verschiedener Vorgang, und besteht darin, daß entweder:

1) das Eiterserum eines Abscesses plötzlich resorbirt wird, wodurch die Fluctuation, das Streben zur Entleerung nach Außen, kurz alle physikalischen Zeichen der Gegenwart eines Abscesses verschwinden, während die zurückbleibenden Eiterkörperchen sehr allmälig zerfallen und dann allerdings, aber erst nach sehr langer Zeit, resorbirt werden können; oder

2) darin, daß vollkommner Eiter mit Eiterkörperchen in zerrissene oder auf andre Weise geöffnete Gefäße eindringt, oder auch, daß er sich erst in den Venen neu bildet (nach Phlebitis) und in beiden Fällen mit dem Blute weiter geführt wird.

Mit der Eiterresorption stehen im engsten Zusammenhange die sogenannten metastatischen Abcesse, deren Bildung darauf beruhen soll, daß der bereits gebildete Eiter an einer Stelle des Organismus resorbirt, in den Kreislauf aufgenommen und dann an einer oder an mehren Stellen wieder abgelagert werden und dort einen neuen Absceß, eben den metastatischen, bilden soll. In allen Fällen der Art, die ich untersuchen konnte, war der Eiter des neugebildeten Abscesses ganz auf die gewöhnliche Weise aus weiterentwickeltem entzündlichen Exsudate entstanden, mochte die Ergießung dieses letztern nun entweder durch eine unbekannte Entzündungsursache, oder

durch zufällig in die zerrissenen Gefäße gelangte, hier abgelagerte und mechanisch reizende Eiterkörperchen veranlaßt worden sein. Ich glaube aber aus diesen Beobachtungen schließen zu dürfen, daß die Entstehungsweise der metastatischen Abscesse, d. h. der dabei stattfindende Vorgang, von der der gewöhnlichen Abscesse nicht verschieden ist. Der Grund freilich, warum sie entstehen, ist noch in tiefes Dunkel gehüllt.

Man sieht aus dem Bisherigen, wie die Bildung von Körnchenzellen und die von Eiter aus amorphem geronnenen Faserstoff sich darin gleichen, daß in beiden Fällen das Faserstoffexsudat in Folge einer organischen Entwicklung in kleine Theile zerfällt und dadurch dessen Entfernung aus dem Theile, in welchem es abgelagert ist, möglich wird. Beide Processe unterscheiden sich aber darin, daß bei den Körnchenzellen die Resorption der zerfallenen organischen Theile der naturgemäße, gesetzliche Ausgang ist, während das in Eiter umgewandelte Exsudat seiner Natur nach strebt, nach Außen entleert zu werden, und die Resorption hier nie als Regel, sondern nur als seltene Ausnahme eintritt.

Uebrigens lehrt die Beobachtung, daß in einem und demselben Körpertheile und in Folge eines und desselben Entzündungsprocesses Eiterbildung und Bildung von Körnchenzellen zugleich und neben einander stattfinden können. Ebenso können sich aus demselben Exsudat neben Eiter auch bleibende histologische Elementartheile, Bindegewebe u. dgl. bilden, wovon später.

Die bisher beschriebene Entstehungsweise des Eiters, wobei dieser aus einem Blastem von geronnenem Faserstoff entsteht, ist nicht die einzige Art, wie diese pathologische Flüssigkeit entstehen kann. Während jener Vorgang bei allen Eiterbildungen im Innern der Organe, im Bindegewebe u. s. w., kurz in allen Fällen eintritt, wo das exsudirte Blutplasma vor dem Beginn seiner Organisation Zeit hat zu gerinnen, entsteht der Eiter an der Oberfläche der Organe, oder in Höhlen, die frei nach Außen münden, auf allen Schleimhäuten, auf der Oberfläche der Cutis, in offenen Wunden u. s. f. nicht aus einem festen, sondern aus einem flüssigen Blastem, dem noch ungeronnenen exsudirten Blutplasma. Der Vorgang dabei ist folgender:

In dem noch flüssigen exsudirten Blutplasma bilden sich kleine Körnchen, welche bald einzeln, bald zu 2—3 traubig, maulbeerartig mit einander verbunden erscheinen. Dies sind die in Essigsäure unlöslichen Kerne der Eiterzellen. Um diese Kerne herum entstehen erst später und allmälig die Zellenwände der Eiterkörperchen [1]). Die auf diese Weise aus einem flüssigen Blastem hervorgegangenen Eiterkörperchen sind nach ihrer vollständigen Ausbildung in jeder Hinsicht ganz gleich mit den aus festem Exsudat hervorgegangenen. Auch darin gleichen sich die auf beide Arten entstandenen Eiterkörperchen, daß beide durchaus keiner weitern Entwicklung fähig sind, daß vielmehr ihr Zweck darin besteht, nach Außen entleert zu werden.

Dies sind die zwei verschiedenen, durch Beobachtung nachgewiesenen Arten, wie sich Eiter bilden kann. In beiden Fällen ist aber das Material das gleiche — das exsudirte Blutplasma — nur in dem einen Falle flüssig, in dem andern geronnen, in beiden Fällen ist ferner das Product, der Eiter, ganz gleich. Es giebt aber Fälle, wo der gebildete Eiter, er mag auf die eine oder die andre Art entstanden sein, von der Norm abweicht, wo die Eiterkörperchen unregelmäßig, eckig, kolbig erscheinen [2]), wo der chemische Unterschied zwischen Kern- und Hüllensubstanz ein sehr unbedeutender ist.

---

[1]) Vgl. Icones path. Taf. III. Fig. 7. [2]) Vgl. Icones path. Taf. III. Fig. 8—12.

Diese Abweichungen des Eiters von der Norm in morphologischer sowohl als chemischer Beziehung können sehr mannigfaltig sein. Wir können hier nur auf das Vorkommen von abnormen Eiter überhaupt aufmerksam machen; die Fälle, wo er vorkommt, und die Gründe, warum er von der Norm abweicht, können erst später betrachtet werden.

3. Uebergang des Exsudats in Organisation.

Bei den beiden bisher betrachteten Ausgängen der Entzündung ging das Exsudat zwar in Entwicklung über, aber das Product dieser Entwicklung waren vergängliche, keiner Weiterentwicklung fähige Zellen, und das Endresultat des Vorgangs bestand in einem Zerfallen und darnach einer Entfernung des Exsudats, entweder durch Auflösung und Zurücknahme nach Innen (Resorption, Resolution) oder durch Entleerung nach Außen (Eiterung).

Wir haben nun eine Reihe von Vorgängen zu betrachten, wodurch das entzündliche Exsudat wirklich organisirt und dadurch in einen bleibenden Theil des Körpers umgewandelt wird. Beschränken wir uns zunächst auf die Darstellung der dabei stattfindenden Vorgänge, so weit sie sichere durch Beobachtung festgestellte Thatsachen sind, so können wir Folgendes als Erfahrungssätze aufstellen. Der Vorgang, welcher bei der Organisation des entzündlichen Exsudats stattfindet, ist im Allgemeinen ganz derselbe, wie derjenige, den man bei der Entstehung aller organischen Gebilde im Embryo beobachtet. Er ist ferner derselbe, mag die Entwicklung in dem noch flüssigen oder in dem bereits geronnenen entzündlichen Exsudate stattfinden. Er erfolgt endlich, so weit bis jetzt unsere Beobachtungen reichen, immer durch Zellenbildung; in dem Exsudate entstehen Zellenkerne mit Kernkörperchen, um diese bildet sich eine Zellenwand, und die so entstandenen primären Zellen gehen durch eine den Gesetzen der organischen Bildung überhaupt entsprechende Weiterentwicklung in bleibende Gewebe über: in Blutkörperchen, Bindegewebe, Knorpelgewebe, Knochengewebe, Nervenprimitivfasern u. dgl. Eine specielle Beschreibung dieser Umwandlung des Exsudats in bleibende Gewebe, deren erste Anfänge bei allen Geweben ziemlich gleich, deren spätere Stadien aber für jedes einzelne Gewebe verschieden sind, kann natürlich hier nicht gegeben werden; sie würde die Grenzen unserer Abhandlung überschreiten.

Auch bei der Organisation geht mit der morphologischen Veränderung des Exsudats immer eine chemische Umwandlung desselben Hand in Hand. Dasselbe differenzirt sich zuerst in zwei chemisch verschiedene Substanzen, die des Zellenkerns und die der Zellenwand, von denen ersterer in Essigsäure unlöslich ist, während die letztere davon aufgelös't wird. Nach vollendeter Entwicklung ist zuletzt aus dem ursprünglichen Faserstoffe des Exsudats ein ganz andrer chemischer Grundstoff geworden: der Faserstoff ist nach geschehener Umwandlung in Knorpelsubstanz, in Chondrin, nach seiner Umwandlung in Bindegewebe (erst in Pyin, dann — ?) in leimgebende Substanz übergegangen. Aehnliche chemische Veränderungen finden Statt bei der Bildung von Blut, von Nerven, von Knochen.

Der eben betrachtete Uebergang des entzündlichen Exsudats in Organisation kann auf eine doppelte Weise vor sich gehen. Diese Verschiedenheit ist auch bei äußeren Verletzungen, Wunden u. dgl., wo sie sich am leichtesten beobachten läßt und am ersten in die Augen fällt, von den praktischen Chirurgen längst bemerkt und es sind demnach die Vorgänge durch zwei verschiedene Namen — Heilung durch erste Vereinigung und Heilung durch Granulationenbildung — unterschieden worden.

Bei der Heilung durch erste Vereinigung geht das entzündliche Exsudat sogleich und seiner ganzen Menge nach in Organisation über — bei der durch Granulation verwandelt sich der größte Theil desselben in Eiter, dann theilt sich das durch die fortdauernde Entzündung beständig ausschwitzende Exsudat; ein Theil davon wird zur Eiterbildung, ein andrer zur Organisation verwandt, und die Ersetzung des Substanzverlustes erfolgt sehr allmälig, in dem Maße als der zur Eiterbildung verwandte Theil im Verhältniß zu dem, welcher in Organisation übergeht, immer kleiner wird. Hier bilden sich also die Granulationen und die aus denselben hervorgehenden organisirten Gewebe nicht etwa aus dem Eiter heraus — der Eiter ist seiner Natur nach zur weitern Ausbildung, zu jeder fernern organischen Metamorphose unfähig —, sondern nur ein Theil des Exsudats, und zwar derjenige, welcher nicht in Eiter übergeht, wird zu bleibenden Geweben. Die genauere mikroskopische Untersuchung der Granulationen zeigt aber, daß dieselben aus zwei wesentlich verschiedenen Elementen bestehen 1) aus Eiterkörperchen, 2) aus primären Zellen, welche in der Umwandlung in bleibende organische Gebilde, in Blutgefäße mit Blut, in Bindegewebe u. s. w. begriffen sind.

Im Allgemeinen kann man sagen: die Heilung durch erste Vereinigung erfolgt vorzugsweise durch Umwandlung von festem, die durch Granulationenbildung oder durch Eiterung vorzugsweise aus flüssigem Faserstoffexsudat — doch erleidet dieses Gesetz manche Ausnahmen.

Sieht man von dem Proceß der Organisation, den dabei stattfindenden Vorgängen ab, und betrachtet nur das Endresultat des Entzündungsprocesses, und dabei die Anordnung der aus dem entzündlichen Exsudat hervorgegangenen organischen Gewebe und das Verhältniß derselben zu den umgebenden normalen, bereits früher vorhandenen histologischen Elementartheilen, so lehrt die Beobachtung, daß man folgende Fälle unterscheiden muß:

1) die neugebildeten Gewebe dienen als Ersatz für verloren gegangene Theile, bei Wunden mit Substanzverlust u. s. f. Wir bezeichnen diesen Vorgang im Allgemeinen mit dem Namen der »entzündlichen Regeneration«. Dabei weis't aber die Beobachtung wieder zwei verschiedene Grade nach:

a. die neugebildeten Theile gleichen in jeder Hinsicht, in ihren morphologischen, chemischen und functionellen (physiologischen) Eigenschaften vollkommen den verloren gegangenen, zu deren Ersatz sie bestimmt sind — »vollkommene Regeneration« —; oder

b. die neugebildeten Theile weichen in ihren Eigenschaften mehr oder weniger von den früheren, zu deren Ersatz sie bestimmt sind, ab: man nennt dann die neugebildeten Theile »Narbe«. Die Narben können sich auf sehr verschiedne Weise von dem bei vollkommner Regeneration wiedererzeugten Gewebe unterscheiden; das Exsudat kann länger als gewöhnlich in einem amorphen Zustande verharren und die Entwicklung desselben sehr langsam erfolgen; — dann ist die Narbe nur vorübergehend; oder die neugebildeten organischen Gewebetheile sind zwar vollkommen entwickelt, bestehen aber vorzugsweise aus Elementen von niedrer physiologischer Dignität, hauptsächlich aus Bindegewebe, und die im normalen Zustande am verletzten Theile vorhanden gewesenen höhern Gebilde, Nerven, Muskelfasern u. dgl. ersetzen sich gar nicht, oder viel sparsamer als vorher, ein Mangel, wodurch der neugebildete Theil in seinem physiologischen Verhalten und seinen Functionen hinter den normalen zurückstehen muß;

2) das neugebildete Gewebe dient nicht als Ersatz für einen Sustanzverlust; es hat weder vor noch während der Entzündung ein Substanzverlust stattgefunden — sondern es vermehrt geradezu die Masse des in dem entzündeten Theile schon vorher vorhandenen Gewebes, ist aber mit ihm so innig verschmolzen, daß man nach vollendeter Entwicklung nicht mehr unterscheiden kann, welche histologischen Elemente neugebildet sind und welche bereits vorher vorhanden waren. Wir bezeichnen diesen Ausgang mit dem Namen »entzündliche Hypertrophie«. Bei ihr können aber eben so wie bei der Regeneration verschiedene Grade in der Vollkommenheit der neugebildeten Gewebetheile vorkommen;

3) endlich das neuerzeugte Gewebe bildet zwischen und neben den normalen Theilen eigenthümliche, mehr oder weniger deutlich abgegrenzte, mehr oder weniger deutlich unterscheidbare selbstständige Partien, die wir mit dem allgemeinen Namen von »Geschwülsten« bezeichnen wollen. Diese Geschwülste kommen entweder in ihrer histologischen Zusammensetzung mit den umgebenden Theilen ganz genau oder größtentheils überein, so die Fasergeschwülste, Condylome, Lipome, oder sie sind von denselben verschieden, und können dann entweder gutartig sein, wie Balggeschwülste, Hydatiden, oder bösartig, wie Markschwamm, Tuberkel, Skirrhus. Doch ist es bis jetzt noch sehr zweifelhaft, ob viele Formen dieser Geschwülste, namentlich die zuletzt genannten, aus einem reinen, nicht mit anderen Vorgängen combinirten Entzündungsproceß hervorgehen können.

Diese hier aufgestellten Endresultate der Organisation des entzündlichen Exsudats und ihre Unterabtheilungen sind aber bloße Begriffsbestimmungen, die wie alle Eintheilungen concreter Naturerscheinungen, nur die äußersten Grenzen angeben sollen. Es giebt zwischen ihnen so viele Uebergangsstufen und Zwischenformen, daß man bei Untersuchungen selten einen Fall findet, der ganz in eine der genannten Abtheilungen paßt und nicht wenigstens stellenweise auch Uebergänge in die anderen Formen zeigt.

Was im Vorstehenden über die von einer Weiterentwicklung des entzündlichen Exsudats abhängigen Entzündungsausgänge gesagt wurde, sind positive Thatsachen, die sich auf oft wiederholte Beobachtungen stützen. Wir wollen nun versuchen, von ihnen aus durch Schlüsse so weit als möglich in das Wesen und die Ursachen derselben einzudringen, indem wir uns aber auch hier an das Zugängliche halten und alle nicht nothwendigen Hypothesen vermeiden wollen.

Wir fanden es wahrscheinlich, daß der Entzündungsproceß selbst durch eine gesteigerte Anziehung zwischen Blut und Parenchym hervorgerufen wird; wir haben ferner die Ursachen der Zertheilung der Entzündung und des Brandes als Entzündungsausgang bereits besprochen, und setzen alles dort Gesagte hier als bekannt voraus.

Mit der Exsudation des Blutplasma hat sich die Entzündung, insofern sie von einer vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym herrührt, erschöpft. Ja, in den Fällen, wo der Grund der Entzündung theilweise im Blute, in einem vermehrten Faserstoffgehalt desselben, gesucht werden muß, erscheint die Exsudation wirklich als eine Krise, d. h. als eine Ausstoßung des die Entzündung veranlassenden und unterhaltenden Moments. Es fragt sich nun: hat die Entzündungsursache, auch über die Exsudation hinaus, einen Einfluß auf die Weiterentwicklung des exsudirten Blutplasma, oder nicht — und von welchen Bedingungen hängt überhaupt die Weiterentwicklung des letztern ab?

Diese Fragen geben zu folgenden Betrachtungen Anlaß. Die Weiterentwicklung des entzündlichen Exsudats ist, wie wir gezeigt haben, eine sehr mannigfaltige und verschiedene, die Entzündungsursache ist aber nach unserer Hypothese eine einfache: vermehrte Anziehung zwischen Blut und Parenchym; von letzterer allein läßt sich daher die Weiterentwicklung des Exsudats nicht ableiten.

Bei der Organisation des Exsudats geschieht die Weiterentwicklung desselben ganz nach den Gesetzen der normalen Ernährung; es ist deshalb sehr unwahrscheinlich, daß hiebei eine abnorme Kraft, die Entzündungsursache, das Bedingende sein sollte.

In manchen Fällen zerfällt das entzündliche Exsudat, ohne daß es zu einer eigentlichen Entwicklung und Zellenbildung kommt, so bei typhösen, bei skrophulösen Entzündungen, in den meisten Fällen von Ulceration u. s. f. Während nun die Wirkung der Entzündungsursache auf das Exsudat in der Regel eine productive wäre, müßte sie hier eine destructive, verhindernde sein, was doch nicht wohl zugleich möglich ist.

Einige Arten von Weiterentwicklung des Exsudats sind der Entzündung eigenthümlich; die Bildung von Eiterkörperchen und Körnchenzellen, oder die Eiterbildung im weitern Sinne. Von diesen beiden Entzündungsausgängen allein könnte man sagen, daß sie von der Entzündungsursache bedingt werden: aber selbst hier anzunehmen, daß letztere allein wirkt, ist schon deßhalb mißlich, weil ja die Bildung von Eiterkörperchen und die von Körnchenzellen ebenfalls morphologisch verschieden sind.

Daraus geht nun hervor, daß die Weiterentwicklung des entzündlichen Exsudats nicht allein von der Einwirkung der Entzündungsursache abhängen könne, daß aber letztere doch in gewissen Fällen — bei der Eiterung im weitern Sinne — von wesentlichem Einfluß dabei zu sein scheine. Wie dieser Einfluß ausgeübt wird, ist gänzlich unbekannt; wir müssen uns begnügen, zu wissen, daß er vorhanden ist und worin er besteht.

Versuchen wir nun aus diesen Betrachtungen, mit Zuziehung anderer Erfahrungen, die Ursachen und Bedingungen der Weiterentwicklung des Exsudats zu begreifen.

1. Die letzte Ursache der Entwicklung liegt in der Natur des Exsudats selbst, dieses hat, sei es nun flüssig oder geronnen, als amorpher Bildungsstoff, wie alle Blasteme, wie die Eier aller Thiere, die Samen aller Pflanzen, die Möglichkeit seiner Entwicklung in sich selbst. Es geht unter günstigen Verhältnissen seiner Natur nach nothwendig in Entwicklung über und die Entwicklungsfähigkeit wird ihm nicht etwa erst durch den vorausgegangenen Entzündungsproceß übertragen, sie liegt schon in der ursprünglichen Natur des Faserstoffs. Daher ist die Ansicht, welche den Entzündungsproceß als eine vermehrte Bildungsthätigkeit, eine erhöhte Plasticität darstellt, nur bedingt wahr. Sie ist falsch, wenn sie behauptet, die Intensität der Bildung, das Entwicklungsstreben des Bildungsstoffs sei dynamisch erhöht; nur darin hat sie Recht, daß durch die Entzündung den umgebenden Theilen mehr Bildungsmaterial geliefert wird, als bei der normalen Ernährung, daß also die Bildungsfähigkeit durch Vermehrung der in Entwicklung übergehenden Materie eine extensiv vermehrte ist.

2. Wenn auch Entwicklungsfähigkeit (potentia) des Exsudats als eine ihm nothwendig seiner Natur nach inwohnende Eigenschaft angesehen werden muß, so ist doch der wirkliche Uebergang desselben in die Entwicklung (actus) von äußeren Bedingungen abhängig, kann

dadurch verhindert, befördert oder auf verschiedene Weise modificirt werden. Diese äußeren Bedingungen sind freilich bis jetzt in ihrer speciellen Wirksamkeit und Wirkungsweise nur unvollkommen bekannt, doch weiß man wenigstens Folgendes:

A. Zur Entwicklung des Exsudats sind gewisse allgemeine Bedingungen nothwendig, welche bei keiner organischen Entwicklung fehlen dürfen, und zwar

a. eine gewisse mittlere Temperatur: am günstigsten ist diejenige, welche der normalen des menschlichen Körpers entspricht. Eine Temperaturerniedrigung unter 0°, eben so aber eine Temperaturerhöhung über 100° C. verhindert jede Entwicklung;

b. die Gegenwart von Wasser (Feuchtigkeit) und Sauerstoff.

B. Das Individuum, in welchem die Exsudation stattgefunden hat, ist von unläugbarem Einfluß auf die wirkliche Entwicklung des Exsudats. Dieser Einfluß ist aber, wie die Beobachtung lehrt, von doppelter Art; er hängt ab

a. von den Theilen, welche das Exsudat zunächst umgeben, in die es abgelagert ist. Sind diese Theile ihres Lebens beraubt, z. B. brandig, so geht auch das Exsudat nicht in Entwicklung über, sondern zerfällt geradezu;

b von dem Einflusse des ganzen Individuums, oder mit anderen Worten: die wirkliche Entwicklung steht unter dem Einflusse der Lebenskraft. Hiefür sprechen viele Erfahrungen negativer Art; nie hat man am Exsudat nach dem Tode, am Leichnam, — eben so nie an dem vom lebenden Körper abgetrennten, ausgeschnittenen Exsudat eine wirkliche organische Weiterentwicklung beobachtet (von der Fäulniß kann hier natürlich keine Rede sein).

3. Die Entwicklungsfähigkeit des Exsudats ist eine allgemeine, unbestimmte, d. h. aus demselben Exsudate können ohne Zweifel die verschiedensten Gebilde: Eiter, Körnchenzellen, Zellgewebe, Knorpel, Knochen, Nerven u. s. f. hervorgehen. Wenigstens sprechen alle bisher gemachten Beobachtungen hiefür; das Exsudat ist in allen Fällen von Entzündung seiner morphologischen und chemischen Anordnung nach mit sehr unbedeutenden, ganz unwesentlichen Verschiedenheiten dasselbe; Exsudat, das jetzt zu Eiter wird, kann in einem andern Falle in Zellgewebe übergehen; ja ein Theil desselben, in demselben Organe abgelagerten Exsudats kann sich zu Zellgewebe entwickeln, während sich ein anderer Theil in Eiter umwandelt; dies ist der Fall bei der Granulationenbildung. Daraus geht aber hervor, daß zwar die allgemeine Entwicklungsfähigkeit auf der innersten Natur des Exsudats selbst beruht, daß aber die Art, wie das Exsudat sich entwickelt, und das Endresultat der Entwicklung von äußeren Umständen abhängt. Da dieser Punkt eine große praktische Wichtigkeit hat, so wollen wir versuchen, wie weit es möglich ist, diese Bedingungen auszumitteln. Erfahrung und Ueberlegung giebt Folgendes an die Hand:

1) die das Exsudat zunächst umgebenden histologischen Elementartheile üben offenbar einen bedeutenden Einfluß auf die Weiterentwicklung und Gestaltung desselben aus. Trägt dieser Einfluß über die entgegenwirkenden Umstände den Sieg davon, so wird Exsudat, in der Nähe von Bindegewebe abgelagert oder von demselben umgeben, wieder zu Bindegewebe, wie wir bei den Granulationen, bei der Mehrzahl der Regenerationen, bei der Heilung von Wunden durch schnelle Vereinigung sehen. Exsudat in der unmittelbaren Nähe von Knochen wird erst in Knorpel, dann in Knochen umgewandelt; so bei der Bildung von entzündlichen Exostosen, bei der Heilung von Knochenbrüchen, wo die Bildung des Callus auf diesem Vorgange beruht. Selbst Nervenprimitivfasern regeneriren sich wieder von ihren

durchschnittenen Enden aus. Unter dem Einflusse der normalen organischen Muskelfasern bilden sich entzündliche Hypertrophien der Muskelhäute des Darmkanals. Nach bedeutendem Substanzverlust können sich aus dem entzündlichen Exsudat sehr verschiedene histologische Elementartheile zugleich bilden: Blut, Nerven, Zellgewebe, Knochen, jedes von dem entsprechenden normalen Gewebe aus. Selbst vollständige seröse Häute, geschlossene Säcke mit Gefäßen und Epithelium, können sich aus der auf entzündeten serösen Häuten abgelagerten Exsudatschichte neubilden. In allen diesen Fällen beruht die pathologische Neubildung offenbar auf einem Ueberwiegen des Einflusses der umgebenden Theile über die übrigen auf die Entwicklung des Exsudats influirenden Umstände.

Wir können also überhaupt sagen: der Uebergang des entzündlichen Exsudats in Organisation erfolgt dann, wenn der Einfluß der das Exsudat umgebenden normalen histologischen Elemente über die übrigen Verhältnisse den Sieg davon trägt, und diesem den Stempel seiner eigenen Art des Seins aufzudrücken vermag. Umstände, welche den Uebergang des Exsudats in Organisation begünstigen oder möglich machen, sind aber: normale Beschaffenheit und unverletzte Lebensenergie der umgebenden Gewebe, geringe Quantität und langsames, allmäliges Auftreten des Exsudats, geringe Energie und baldiges Erlöschen der Entzündungsursache nach geschehener Exsudation.

2) Nicht bloß die Lebensenergie der einzelnen Gewebe, sondern auch die Lebenskraft des ganzes Organismus, und zwar sowohl ihre Quantität (Energie), als ihre Qualität, hat einen bedeutenden Einfluß auf die Weiterentwicklung des Exsudats. In allen Fällen, wo nach geschehener Exsudation oder mit derselben, ein großer allgemeiner Verfall der Kräfte zugegen ist, wie beim Typhus, bei der Gangrän, kommt das Exsudat entweder gar nicht zur Entwicklung oder diese ist eine sehr unvollkommne; das Exsudat zerfällt ohne alle, oder mit sehr unvollkommner Tendenz zur Zellenbildung, in eine kaum organisirte, unbestimmt körnige Masse [1]). Dieselbe unvollkommene Ausbildung erfährt das Exsudat bei Scrophulosis. Geringe Energie der Lebenskraft wirkt also überhaupt hemmend und störend auf die organische Weiterentwicklung des Exsudats.

3) Endlich übt der Entzündungsproceß einen deutlichen Einfluß auf die Weiterentwicklung des Exsudats aus; wo er vorherrscht, auch nach geschehener Exsudation noch ungeschwächt fortdauert und weder die örtliche Energie der Gewebe ihn zu überwinden vermag, noch ein allgemeines Gesunkensein der Lebenskraft überhaupt jede Entwicklung hemmt, da geht das Exsudat in Eiter im weitern Sinne des Worts (wahre Eiterkörperchen oder Körnchenzellen) über. Ob die von uns angenommene Entzündungsursache — vermehrte Anziehung zwischen Blut und Parenchym — unmittelbar diesen Einfluß auf das Exsudat ausübt, oder ob letzterer von anderen dynamischen Veränderungen abhängt, welche durch die Entzündungsursache gesetzt werden, ist unbekannt; daß aber dieser Einfluß vorhanden ist, kann kaum bezweifelt werden.

Der Uebergang des Exsudats in Eiterung zerfällt aber, wie erwähnt, in zwei verschiedene Arten, Bildung von Körnchenzellen und Bildung von eigentlichem Eiter. Worin der Grund dieser zwei verschiedenen Ausgänge liegt, läßt sich nicht nachweisen, ja kaum vermuthen.

Die Bildung von Körnchenzellen kommt vor bei Entzündungen parenchymatöser Organe, des Gehirns, der Lunge, der Leber, Milz, des in=

[1]) Vgl. meine Icones path. Taf. VI. Fig. 6. u. Fig. 16—19.

nern Auges u. s. f., wenn das in dieselben exsudirte und geronnene Plasma den für den Ausgang der Krankheit günstigsten Entwicklungsausgang einschlägt, bei unverletztem Gewebe, ungeschwächter, normaler Lebenskraft. Wirkliche entzündliche Hypertrophie, Uebergang des Exsudats in organisirte Gewebe, kommt zwar in diesen Organen allerdings vor, aber sehr selten: nur bei sehr jungen Individuen (fast ausschließlich bei Kindern, wo die organische Neubildung überhaupt eine vermehrte ist), bei sehr geringer Quantität und sehr allmäliger Ausschwitzung des Exsudats. Vielleicht kommt es in diesen Organen deßhalb schwerer zu organischen Neubildungen und die Stelle derselben wird von der Bildung von Körnchenzellen vertreten, weil alle diese Organe histologisch sehr zusammengesetzt sind, und Uebergang des Exsudats in Organisation, bei einfacher Regeneration sowohl als bei Hypertrophie, um so leichter erfolgt, je einfacher die Zusammensetzung des betreffenden Theils, und umgekehrt um so schwieriger und seltner, je complicirter dieselbe ist. Man kann daher vielleicht sagen: Uebergang des Exsudats in Körnchenzellen kommt dann vor, wenn dasselbe zwar nicht in bleibende Gebilde umgewandelt werden kann, wegen seiner Quantität, der Raschheit seines Auftretens und seines Strebens, schnell in Entwicklung überzugehen, dann wegen der Zusammengesetztheit und histologischen Mannigfaltigkeit oder hohen Dignität der Gewebe, in die es abgelagert ist, — wenn aber doch die allgemeine Lebenskraft und der Einfluß der umgebenden Theile hinreichend stark ist, um seinen Uebergang in Eiterung zu verhindern. Daß die Bildung von Körnchenzellen nicht bloß von allgemeinen, sondern auch von örtlichen Einflüssen abhängt, geht daraus hervor, daß man, freilich selten, beobachtet, wie von einem und demselben Exsudat, z. B. in den Lungen, ein Theil in Körnchenzellen, ein andrer in Eiter übergeht.

Der Uebergang des Exsudats in Eiter scheint dagegen vorwaltend auf der fortdauernden Einwirkung der Entzündungsursache und dem Vorherrschen derselben über die anderen Momente zu beruhen. Er wird offenbar begünstigt: durch ein rasches Auftreten des Exsudats, wodurch dasselbe zugleich disponirt wird, sich schneller zu entwickeln, als wenn es allmälig ausschwitzt; durch eine große Quantität desselben, durch große Intensität der Entzündung, durch eine geringe Energie der allgemeinen Lebenskraft des Organismus, und der örtlichen einzelner Gewebe.

Der einmal gebildete Eiter hat ohne Zweifel ebenso wie die normalen Gewebe die Tendenz, zu bewirken, daß ein in seiner Nähe befindliches Faserstoffexsudat nicht organisirt wird, sondern gleichfalls in Eiter übergeht. Diese Wirkung erklärt den alten Satz, »daß Eiter Eiter mache«, und die praktische Regel, daß man einen Absceß nicht zu früh, vor seiner vollkommnen Reife öffnen solle, weil dadurch die Schmelzung der harten Ränder, also die Verwandlung des noch unorganisirten Exsudats von festem Faserstoff in Eiter verzögert werde. Zugleich wirken aber hiebei dieselben Bedingungen, welche ursprünglich die Entwicklung der ersten Partien des Exsudats zu Eiter veranlaßten, noch mit. Sobald die allgemeine und örtliche Lebenskraft anfängt den Sieg davon zu tragen, und in demselben Maße als zugleich die Energie des Entzündungsprocesses und die Menge des durch denselben später gelieferten Exsudats abnimmt, nimmt auch die Tendenz zur Eiterbildung ab und die zur Organisation — entzündlichen Regeneration — zu. Daher bemerkt man bei der Heilung aller mit Substanzverlust verbundenen Wunden, bei allen Heilungen durch Eiterbildung eine Art Kampf zwischen Eiterbildung und Granulationenbildung, wobei im Fall der Hei-

lung erstere immer mehr abnimmt, während letztere sich allmälig steigert, die Eiterbildung überwältigt und endlich ganz unterdrückt. Hieraus erhellt auch, warum die Heilung von Wunden durch Eiterung und Bildung von Granulationen nothwendig langsamer erfolgen muß, als die durch schnelle Vereinigung, weil im erstern Fall das ganze Exsudat sogleich organisirt wird, im andern nur ein kleiner Theil desselben, indem sich Eiterbildung und Bildung von bleibenden Geweben (Granulationen) in das Exsudat theilen. Die Heilung erfolgt aber um so rascher, je mehr bei gleichzeitiger Zunahme der Granulationen die Eiterabsonderung an Quantität abnimmt, d. h. je mehr von dem exsudirten Faserstoff auf die Erzeugung bleibender Gebilde verwendet und je weniger davon in Eiter umgewandelt wird. Bei sehr profuser Eiterbildung, mag sie nun durch eine große Intensität des Entzündungsprocesses, oder durch geringe Energie der Lebenskraft, schlechten Stand der Kräfte u. s. f. unterhalten werden (denn in beiden Fällen trägt der Einfluß der Entzündungsursache auf das Exsudat den Sieg davon), — schreitet aber die Granulationenbildung und Heilung sehr langsam oder gar nicht vorwärts.

Die von Mehren angenommne deletere, kaustische Wirkung des Eiters auf die umgebenden Theile gehört ohne Frage in das Reich der Fabel. Der Eiter, wenigstens das pus bonum et laudabile der Chirurgen ist eine sehr milde und chemisch sehr indifferente Flüssigkeit, welche in ihrer Zusammensetzung ganz mit der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit, dem Blutplasma, übereinkommt. Der normale Eiter wirkt durchaus nicht zerstörend auf die umgebenden Theile und hat keinen Substanzverlust zur Folge. Dies beweis't die Erfahrung: bei Abscessen ist durchaus kein Absterben, kein Verschwinden der normalen Gewebe zu bemerken (die sogenannten Eiterpfröpfe sind kein abgestorbenes Zellgewebe, sondern unorganisirtes Exsudat); Eiterabsonderung auf Schleimhäuten kann Wochen, ja Monate lang und länger mit großer Intensität fortdauern, ohne daß sich Geschwüre bilden, ohne daß die Leichenöffnung den geringsten Substanzverlust nachzuweisen vermag. Die Verschiedenheit der gutartigen Eiterung von der Verschwärung (Ulceratio) und das bei letzterer stattfindende Absterben der mit Eiter infiltrirten Gewebe ist in der Regel in ganz anderen Gründen zu suchen, als in einer zerstörenden Wirkung des bereits fertigen Eiters, wie folgende Ueberlegung zeigt.

Die Verwandlung des Exsudats in gewöhnlichen, gutartigen Eiter kommt dadurch zu Stande, daß bei normal beschaffener Lebenskraft der Entzündungsproceß vorwiegt, was nur durch eine bedeutende Intensität desselben möglich wird. Das Exsudat ist gewöhnlich in großer Menge vorhanden; die Entzündungsursache veranlaßt dasselbe sehr schnell, in wenigen Stunden, im längsten Falle innerhalb weniger Tage, in Eiter überzugehen; dies lehrt die Erfahrung. Wenn nun auch in diesen Fällen die Gewebetheile der Organe von dem geronnenen Exsudate eng umschlossen, gewissermaßen in dasselbe eingemauert sind, so ist doch ihre Lebenskraft eine ungeschwächte, und daher diese Zeit viel zu kurz, als daß sie während derselben absterben, gewissermassen ausgehungert werden könnten. Denn mit seiner vollständigen Ausbildung zerfällt der Eiter wieder, wird zu einer blanden Flüssigkeit, und die eingeschlossenen Theile werden eben damit wieder frei, sind in integrum restituirt.

Anders verhält es sich bei der Verschwärung, die, im weitesten Sinne aufgefaßt, nach ihren Ursachen und den mit ihr verbundenen Vorgängen, in zwei große Abtheilungen zerfällt.

Die eine, am häufigsten vorkommende, ist die Art, wo die Entzündung eine chronische, langsam verlaufende ist, also eine geringe Energie hat, während zugleich die Lebenskraft aus constitutionellen Ursachen oder örtlichen Gründen eine allgemein verminderte oder qualitativ veränderte ist (wie bei den sogenannten Dyskrasien, Skrophulosis, Syphilis, Arthritis u. s. f.). Die Folge dieser veränderten Umstände ist die, daß die Umwandlung des Exsudats in Eiter sehr langsam und sehr unvollkommen erfolgt. Die Erfahrung bestätigt dies: die Erweichung skrophulöser Abscesse z. B. erfolgt außerordentlich langsam, die Eiterkörperchen weichen von der Norm ab, sind weniger vollkommen ausgebildet als gewöhnlich [1]). In diesen Fällen sind die Gewebtheile Wochen, ja Monate lang vom geronnenen Exsudat eng eingeschlossen, vollkommen in dasselbe eingemauert, sie werden also von demselben gewissermaßen ausgehungert; da ihre Ernährung während so langer Zeit gehindert, da überdies ihre Lebenskraft durch die constitutionellen oder örtlichen Ursachen vermindert ist, so sterben sie ab, und werden zugleich mit dem ausgebildeten Eiter ausgeleert.

Die andre Art von entzündlicher Mortification ist acut; sie nähert sich mehr dem Brande. Ihre Bedingungen sind: sehr verminderte Energie der Lebenskraft, sei sie nun allgemein oder örtlich, wie beim Typhus, nach Verbrennungen oder Erfrierungen. Hier kommt wenig darauf an, ob der Entzündungsproceß intensiv oder ob er schwach und mit wenig Energie auftritt; wegen unterdrückter Lebenskraft kommt es überhaupt nicht zu einer vollkommnen Entwicklung des Exsudats, dasselbe zerfällt, ohne alle oder mit geringer Tendenz zur Zellenbildung, zu einer unbestimmten amorphen Masse [2]). Zugleich mit ihm zerfallen wegen des örtlichen Erlöschens der Lebenskraft auch die Gewebe und werden mit dem zerfallnen Exsudate zugleich ausgeleert.

In den beiden betrachteten Fällen von Verschwärung ist aber der Eiter wesentlich verschieden. Im ersten Falle wird wirklicher Eiter gebildet, Eiterserum mit Eiterkörperchen, aber der Eiter ist mehr oder weniger abnorm, seine Körperchen, oft auch sein Serum, weichen von der Norm ab, doch sind die hier obwaltenden Verschiedenheiten oft so gering, daß sie kaum bemerkt werden und die Ulceration wird nicht etwa von der Abormität des Eiters bedingt; beide hängen von gemeinschaftlichen Ursachen ab. Im andern Falle ist das Entzündungsproduct kein Eiter, es ist Jauche (sanies). Jauche aber nennt man im Allgemeinen alle Entzündungsproducte, die nicht aus einer Weiterentwicklung, sondern aus einer Zersetzung (Verderbniß, Fäulniß?) des entzündlichen Exsudats hervorgehen. Die Jauche zeigt in verschiedenen Fällen sehr verschiedene Eigenschaften. Auf der äußersten, dem normalen Eiter fernsten Grenze steht die Jauche der Gangrän; sie bildet eine schmutzig rothe Flüssigkeit ohne körperliche Theile und besteht aus zersetztem Blute — Blutserum mit aufgelös'tem Blutfarbestoff. Auf sie folgt das zerfallene Exsudat, Serum mit unbestimmt körnigen, zerfallenen Exsudatpartien, ganz identisch mit der zerfallenen Markschwamm- und Tuberkelmasse. Von ihr aus lassen sich alle Uebergangsstufen durch den abnormen zum normalen Eiter beobachten. Wie zwischen Eiter und Jauche, so lassen sich auch zwischen der normalen Eiterung und den beiden beschriebenen Arten der Verschwärung alle möglichen Uebergangsformen beobachten. Das hier Betrachtete sind nur die Endpunkte von Reihen, deren einzelne Glieder unendlich viele Modificationen und Combinationen erfahren können.

Dies ist meiner Ansicht nach die richtige Erklärung des Absterbens der

[1]) Vgl. Icones path. Taf. III. Fig. 8—12. [2]) A. a. O. Taf. VI. Fig. 16—19.

Gewebe bei der Verschwärung. Sie macht letztere nicht von der Beschaffenheit des Eiters abhängig (wiewohl nicht geläugnet werden soll, daß sehr stinkende, faulige Brandjauche auf die umliegenden gesunden Theile excoriirend und reizend, und in den Organismus aufgenommen, resorbirt, allgemein schädlich, ja vergiftend wirken könne), sondern sie erklärt beide aus einer gemeinschaftlichen Ursache.

Das Vorstehende möge als Versuch angesehen werden, die verschiedenen bei der Weiterentwicklung des Exsudats eintretenden Vorgänge, so weit es die bisherigen, noch sehr lückenhaften Beobachtungen erlauben, zu erklären.

Wir haben nun die einzelnen Erscheinungen der Entzündung analysirt, ihren Zusammenhang, ihre Aufeinanderfolge, ihre nahen und entfernten Ursachen, so weit es in einer kurzen Darstellung möglich ist, aufzufinden und zu erklären versucht. Es bleibt nur noch übrig nachzuweisen, daß die gegebene Darstellung und Erklärungsweise wirklich auf die in der Natur vorkommenden, concreten Entzündungsfälle paßt, daß sie also nicht bloß theoretisch, sondern auch praktisch brauchbar ist. Eine übersichtliche, skizzenhafte Darstellung der verschiedenen Entzündungsarten wird für diesen Zweck genügen. Die concreten Entzündungen lassen sich unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachten 1) anatomisch, nach dem Orte ihres Vorkommens; 2) genetisch, nach den sie hervorrufenden Ursachen. Beide Momente, das anatomische sowohl als das genetische drücken der Entzündung einen eigenthümlichen Stempel auf.

I. Verschiedenheit der Entzündung nach der Oertlichkeit des Vorkommens.

A. Entzündungen flächenartig ausgebreiteter Organe.

a. Entzündungen von Schleimhäuten. Sie sind vorzüglich charakterisirt durch Exsudation nach der von ihnen ausgekleideten Höhle und gleichzeitiger Abstoßung des Epitheliums. Congestionserscheinungen fehlen hier nie, die Schleimhaut erscheint immer geröthet, aber die Grenze zwischen eigentlicher Congestion und entzündlicher Congestion ist hier in der Regel schwer zu ziehen; beide gehen gerade hier häufiger in einander über als in anderen Organen. Die Krankheitsursache ist selten eine örtlich einwirkende, in der Regel wirkt sie auf einen andern Theil ein, so bei Erkältungen, also wahrscheinlich durch Reflex. Ausschwitzung von bloßem Blutserum in die Höhle der Schleimhaut, ist selten, doch beobachtet man sie bisweilen, z. B. am Anfange des Schnupfens, wo öfters eine wasserhelle, nicht gerinnbare Flüssigkeit abgesondert wird. Noch seltner ist Oedem der Schleimhaut; es betrifft in der Regel nur das submuköse Zellgewebe, so bei Oedema glottidis. Exsudation von Blutplasma ist die häufigste Folge von Schleimhautentzündungen und fehlt fast nie. Das Exsudat bleibt in der Regel flüssig und tritt als flüssiges Blastem für Eiterkörperchen auf, wie es oben bei der Eiterung angegeben wurde. In Körnchenzellen sah ich es nie übergehen. Nur verhältnißmäßig selten, bei sehr acuten Fällen, wo wahrscheinlich zugleich ein Ueberschuß von Faserstoff im Blute zugegen ist, gerinnt das ergossene Blutplasma auf der Oberfläche der Schleimhaut und bildet eine membranartige Schicht von festem Exsudat, — so bei Croup, Angina membranacea, bei sehr acuten Fällen von Darmentzündung, namentlich bei Ruhren. Diese Pseudomembrane werden in der Regel als solche ausgeleert, wenn nicht schon vorher der Tod des Individuums erfolgt; eine Weiterentwickelung derselben, in Organisation, oder auch nur in Eiterkörperchen oder Körnchenzellen habe ich nie beobachtet; alle von mir untersuchten

waren amorph. Bei großer Intensität der Entzündung erfolgt häufig Zerreißung der Haargefäße und Bluterguß in die Höhle — so namentlich bei Dysenterien. In das Gewebe der Schleimhaut erfolgt die Exsudation selten; in der Regel nur dann, wenn neben der Schleimhaut auch noch das submuköse Bindegewebe, oder letzteres allein enzündet ist (typhöse Plaques — Dysenterie). Nur in solchen Fällen kann die Entzündung auf die oben erwähnte Weise eine Verschwärung der Schleimhaut veranlassen.

b. Entzündungen seröser Häute tendiren ebenfalls immer nach Innen und ergießen ihre Producte in die von ihnen ausgekleidete Höhle. Die Entzündungsursache ist fast nie eine mechanische, sehr selten eine örtlich einwirkende (Pleuritis in Folge erweichter Tuberkeln); häufig liegt ein Theil der Entzündungsursache im Blute (rheumatische Entzündungen, kurz alle die zahlreichen Fälle, wo das Blut bei Pleuritis, Peritoneitis, Pericarditis einen vermehrten Faserstoffgehalt zeigt); der andre Theil der Entzündungsursache hängt, wie erwähnt, sehr selten von örtlichen Einwirkungen ab, gewöhnlich vom Nervensystem (wahrscheinlich durch Reflex), wie bei unterdrückter Hautsecretion, unterdrückter Menstruation, Lochien u. s. w. Die Congestionserscheinungen (Röthe 2c.) sind immer deutlich. Die Congestion ist aber vorzugsweise entzündlich, und reine Congestionen nach serösen Häuten scheinen verhältnißmäßig selten. Erguß von Blutserum wird häufig beobachtet; er erfolgt immer in die Höhle (entzündlicher Hydrops); doch ist es schwer, diesen entzündlichen Hydrops immer mit Bestimmtheit von den durch eine passive Stase bewirkten zu unterscheiden. Erguß von Blutplasma in das Innere der Höhle ist sehr häufig; er fehlt nie bei ausgebildeten Entzündungen. Das Plasma bleibt oft ziemlich lange flüssig und kann in diesem Zustande durch die Paracentese der Höhle entleert werden. Wird es nicht resorbirt und nicht nach Außen entleert, so tritt es entweder als flüssiges Blastem für Eiter auf, was seltner ist, oder es legt sich ganz oder zum Theil im geronnenen Zustand an die Wände des serösen Sackes an. Im letztern Falle entwickelt es sich in der Regel, wenn die Entzündung nicht sehr intensiv ist, oder sehr lange dauert, chronisch wird, zu Bindegewebe (Pseudomembranen), kann wohl auch zu einer vollständigen neugebildeten serösen Haut mit Blutgefäßen und Epithelium werden. Gerinnt das Exsudat in unregelmäßigen, nicht membranösen Partien, oder in freischwebenden Flocken, so tritt es in der Regel als festes Blastem für Eiter auf. In Körnchenzellen geht das auf serösen Häuten abgelagerte feste Exsudat sehr selten über, doch habe ich diesen Vorgang im Herzbeutel beobachtet. Ist die Entzündung der serösen Haut nur eine theilweise, so bildet das geronnene Exsudat örtlich beschränkte membranöse Lagen, Zotten u. dgl., die in der Regel in Organisation übergehen und zu Bindegewebe (Pseudomembranen, Adhäsionen) werden, nur selten sich in Eiter und noch seltner in Körnchenzellen umwandeln.

B. Entzündungen massiger Theile.

a. Entzündungen einfacher, hauptsächlich aus Bindegewebe bestehender Theile, wie Bindegewebe, Fettgewebe 2c. In diesen Theilen erscheint die Entzündung besonders rein und unvermischt mit anderen Symptomen. Die Entzündungsursache ist gewöhnlich eine örtlich einwirkende, eine Verwundung im weitesten Sinne, seltener eine von Innen heraus wirkende (Furunkeln u. dgl.) Der Entzündung geht selten eine reine Congestion voraus: sie beginnt in der Regel mit der entzündlichen. Erguß von Blutserum wird selten für sich beobachtet, nur bei com-

plicirteren Entzündungen dieser Art (Scharlach u. dgl.) oder als begleitendes Symptom (entzündliches Oedem im Umkreis von Abscessen). Die Kardinalsymptome der Entzündung: Hitze, Röthe, Schmerz, Geschwulst, sind hier in der Regel besonders deutlich; Extravasat wird selten beobachtet. Exsudation von Blutplasma ist bei ausgebildeten Entzündungen immer vorhanden. Dieses gerinnt in der Regel und bildet die Geschwulst. Das Exsudat umschließt in der Regel die normalen histologischen Elemente ganz eng, so daß sie wie eingemauert erscheinen. Gewöhnlich entwickelt sich dasselbe zu Eiter, wenn die Entzündung einigermaßen kräftig auftritt; es entsteht ein Absceß. Ist das Exsudat bedeutend, ist es allmälig entstanden, so wird in der Regel nach der Ausbildung des größten Theils zu Eiter, der noch unorganisirte Theil des Exsudats durch Schmelzung der umliegenden Theile aus seinem Zusammenhang mit dem normalen Gewebe getrennt und als Eiterpfropf ausgeleert. Nach Entleerung des Eiters dauert die Exsudation fort, aber ein Theil des Exsudats verwandelt sich im günstigen Falle in Granulationen, die Eiterung nimmt in demselben Maße ab und der Absceß schließt sich. Geht die Umwandlung des Exsudats in Eiter sehr langsam von statten, ist sie eine unvollkommene und zugleich die Lebenskraft des vom Exsudat eingeschlossenen Gewebes eine verminderte, so daß dasselbe eine Neigung hat, abzusterben, so wird die Eiterung zur Verschwärung. Ist die Entzündung nicht sehr intensiv, die Menge des Exsudats unbedeutend und die Lebensenergie des umliegenden Gewebes ungeschwächt, so kann das Exsudat sogleich in Organisation übergehen: es entsteht dann eine entzündliche Hypertrophie (bleibende Induration) des Theils. Auch Granulationenbildung kann, wenn sie im Uebermaaß auftritt, zur Hypertrophie führen.

b. Entzündungen sehr zusammengesetzter Organe, des Gehirns, der Lunge, der Leber u. s. f. Hier treten uns in jeder Hinsicht die größten Verschiedenheiten entgegen und doch lassen sich alle Erscheinungen auf die von uns beschriebenen Entzündungsvorgänge zurückführen. Die Entzündungsursachen sind sehr mannigfaltig, bald örtliche: mechanische, chemische Reize, Verwundungen, bald von Innen reflectirte (Sympathien, Erkältungen), bald constitutionelle (entzündliche Diathese, Veränderung des Bluts). Sehr oft lassen sich keine scharfen Grenzen ziehen zwischen einfacher und entzündlicher Congestion (so z. B. bei der Apoplexie des Gehirns). Ausschwitzung von Blutserum als selbstständiges Stadium kommt selten vor; Austritt von Blutplasma fast immer; er ist gewöhnlich ein reichlicher. Das Plasma wird in der Regel fest, umschließt die Gewebetheile sehr enge und hindert dadurch ihre Function: aber seine Menge, seine Anordnung kann sehr verschieden sein: bald ist das ganze Organ damit erfüllt, bald nur einzelne Theile. Der gewöhnliche Ausgang ist Entwicklung des Exsudats zu Körnchenzellen, mit deren Zerfallen und Resorption das Gewebe wieder frei wird und in den früheren Zustand zurückkehrt. Uebergang in Eiter ist seltner; er wird bisweilen mit der Bildung von Körnchenzellen zugleich beobachtet. Noch seltner ist der Uebergang in Organisation. In manchen Fällen, z. B. beim Typhus, bei Gangrän, zerfällt das Exsudat, ohne sich zu deutlichen Zellen zu entwickeln. Fast immer, wenigstens sehr häufig, wird die Entzündung von Blutextravasat begleitet: dieser Blutaustritt begünstigt den Uebergang in Gangrän, der bei Entzündungen der Lunge, der Leber, der Milz nicht selten beobachtet wird.

II. Verschiedenheit der Entzündung nach den Ursachen.

A. Entzündungen, hervorgerufen durch äußere örtliche

Einwirkung eines mechanischen oder chemischen Reizes. Die Ursache wirkt nur auf den entzündeten Theil, entweder unmittelbar auf das Parenchym oder dessen centrifugale Nervenbahnen (warscheinlich nicht durch Reflexbewegung); die Entzündung bleibt örtlich beschränkt. Gewöhnlich tritt sogleich eine entzündliche Congestion ein: der Tonus der Haargefäße ist örtlich herabgestimmt, sie werden in Folge einer vermehrten Anziehung des Parenchyms zum Blute (?) erweitert und gelähmt: die Erschlaffung erstreckt sich in der Regel auch auf die benachbarten Arterien, daher vermehrte Blutzufuhr, Pulsationen im entzündeten Theile. Zum Austritt von Blutserum kommt es selten, gewöhnlich erfolgt sogleich Exsudation von Blutplasma. Bei den einfachsten Entzündungen dieser Art, bei Schnitt- und Hiebwunden, hat das Exsudat verhältnißmäßig die größte Neigung zu Organisation, was leicht begreiflich, da die Entzündungsursache eine vorübergehende, nicht lange nachwirkende ist, und die Lebenskraft der umgebenden Theile ungeschwächt bleibt. Bei Quetschwunden ist die Menge des Exsudates bedeutender, die Verletzung eingreifender, die Entzündung nachhaltiger, daher die Neigung zur Eiterbildung größer. Entzündungen nach chemischen Reizen, Blasenpflastern, Causticis, nach Verbrennungen, verursachen, wenn sie weniger intensiv sind und die Ursache mehr auf die Fläche wirkt, häufig zuerst Erguß von Blutserum (Blasenbildung); ist die Einwirkung heftiger, die Zerstörung des organischen Gewebes bedeutender, so entsteht immer Eiterung, häufig auch Absterben des ergriffenen Theils, Gangrän. Aehnlich wie an der äußern Körperoberfläche wirken chemische und mechanische Reize in den Gefäßen, scharfe Stoffe in den Venen und Lympfgefäßen, Eiter in den Venen u. dgl.

B. Entzündungen aus allgemeinen (nicht örtlichen) und inneren Ursachen. Wir haben hier zweierlei Arten zu unterscheiden. 1) Fälle wo ein Theil der Entzündungsursache im Blute liegt: der Faserstoffgehalt desselben ist vermehrt und seine Anziehung zum Parenchym vergrößert. Dies ist, wie die Analyse nachweis't, fast bei allen Entzündungen innerer Theile der Fall, beim Rheumatismus acutus, bei Pleuresien, Pneumonien u. s. f.

2) Fälle, wo die Krankheitsursache dem entzündeten Theile von den Centraltheilen des Nervensystems (wahrscheinlich durch Reflex) übertragen wird, wie da, wo nach Erkältungen äußerer Theile, nach Unterdrückung von Secretionen u. s. f. innere Entzündungen entstehen.

Doch es kann hier nicht unser Zweck sein, alle concreten Entzündungen zu betrachten: bei manchen derselben, wie bei den exanthematischen Hautentzündungen kommen specielle ursächliche Momente in Betracht, die wir hier nicht berücksichtigen können (Contagium), bei den meisten treten noch Erscheinungen hinzu, wie Störung der Funktionen, Allgemeinleiden des Organismus (Fieber ꝛc.), deren Verfolgung uns hier zu weit führen würde — es mag genügen, gezeigt zu haben, daß die oben aufgestellten Entzündungsvorgänge sich wirklich in den concreten Fällen wiederfinden, daß sie hinreichen, alle wesentlichen Symptome zu erklären; daß ferner die Entzündung wirklich eine selbstständige, anderen Krankheiten analoge Krankheit ist.

Ehe wir diesen Artikel schließen, wollen wir noch einen Blick auf die Therapie der Entzündung werfen. Eine Aufstellung therapeutischer Grundsätze vom rein physiologischen, durchaus positiven Standpunkt ist gegenwärtig noch eine sehr mißliche Sache; doch kann eine strenge Sonderung der Vorgänge und eine klare Einsicht in die pathologischen und therapeutischen

Erscheinungen hierin schon jetzt Manches thun, und wird später bei näherer Einsicht in die physiologischen Wirkungen der Heilmittel immer größere Erfolge haben. Ich bemerke aber ausdrücklich, daß wir uns im Folgenden nur mit der Therapie der örtlichen Entzündung, der im Vorhergehenden betrachteten Entzündungsvorgänge beschäftigen wollen, mit Ausschluß der allgemeinen von Complicationen der Entzündung, vom Fieber u. s. f. abhängenden Erscheinungen, und daß ebendeßhalb die folgenden Resultate nicht darauf Anspruch machen, dem Practiker als sichere, ausreichende Normen für die Behandlung von Entzündungen zu dienen.

Betrachten wir zuerst die Blutentziehungen. Diese sind entweder örtliche oder allgemeine.

Oertliche Blutenziehungen durch Blutegel, Schröpfköpfe, Scarificationen. Das Auftreten der Entzündung hängt ab von der Entzündungsursache, die wir in einer vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym suchten. Wie örtliche Blutentziehungen der Entzündungsursache entgegenwirken oder sie aufheben sollten, ist nicht einzusehen. Die Entzündungsursache bewirkt zuerst entzündliche Congestion: Anhäufung der Blutkörperchen in den erweiterten Capillaren. Diesem Moment wirken offenbar örtliche Blutentziehungen entgegen: schon Scarificationen hindern die Blutanhäufung, indem sie den Blutkörperchen außer den natürlichen Abzugskanälen, den Venen, noch neue Abzugswege eröffnen. In noch höherem Grade thun dies Blutegel und Schröpfköpfe: sie eröffnen dem angehäuften Blute nicht bloß Abzugskanäle, sie ziehen auch nach physikalischen Gesetzen das Blut nach Außen, wirken also der rückhaltenden Kraft des Parenchyms direkt entgegen. Was hier von der Congestion gesagt wurde, gilt auch von der Stase: örtliche Blutentziehungen können ihren Eintritt verhindern, die bereits eingetretene wieder aufheben. Eben damit verhindern sie auch den Eintritt des Oedems, und in gewissem Grade auch die Exsudation von Blutplasma. Wo vermehrter Blutzufluß stattfindet, da können örtliche Blutentleerungen die üblen Folgen desselben, Gefäßzerreißung und Extravasat, verhindern, ihrer Entstehung vorbeugen. In Fällen, wo die Erschlaffung der Haargefäße nicht eine primäre, sondern eine sekundäre, von der Blutüberfüllung veranlaßte ist, wo ferner die Entzündungsursache eine vorübergehende, kurzdauernde ist, können also rechtzeitig angewandte Blutentziehungen den Eintritt der Stase verhindern, die Entzündung und damit auch die Entzündungsausgänge abschneiden. Wo die Entzündungsursache länger fortwirkt, da ist ihr Nutzen natürlich nur ein vorübergehender, augenblicklicher; sie müssen sehr oft wiederholt, sehr lange fortgesetzt werden, wenn sie wirklich nützen sollen. Aber auch nach dem Erlöschen der Entzündungsursache können sie noch Nutzen schaffen. Wir haben oben von der passiven Congestion gesprochen, wo die mit Blut überfüllten, von Blutkörperchen vollgepfropften Haargefäße sich nicht zusammenziehen, und nicht in ihren frühern Zustand zurückkehren können. In solchen Fällen werden sie durch örtliche Blutentziehungen von dieser Last ihres Inhalts befreit und ihre Rückkehr zum Normalzustand wird möglich gemacht. Bei activen Congestionen, wo die Fortdauer der Blutüberfüllung von einer primären Erschlaffung der Gefäßwände abhängt, können dagegen örtliche Blutentziehungen natürlich nichts nützen. Ebenso haben sie auf die Ausgänge der Entzündung, auf die weitere Entwicklung des Exsudats natürlich keinen directen Einfluß; wird aber eine noch fortbestehende entzündliche Congestion zur Ursache, daß bereits vorhandenes Exsudat nicht in Organisation oder Resolution,

sondern in Eiter übergeht, so wird auch hier ihr Nutzen ein augenfälliger sein.

Oertliche Blutentziehungen können aber nicht bloß nützen, sie können auch schaden, indem sie als neue Verletzungen zu neuen Entzündungsursachen werden: daher die praktische Regel, sie nicht ohne Noth unmittelbar auf die entzündeten Theile zu appliciren, wiewohl sie dort eigentlich am intensivsten wirken.

2) Allgemeine Blutentziehungen. — Bei der Betrachtung der allgemeinen Blutentziehungen als Antiphlogistica müssen wir von Vorne herein eine dreifache Wirkungsweise unterscheiden:

a. sie wirken herabstimmend auf das Nervensystem und die Lebenskraft überhaupt, wie dies Marshall Hall in seiner Schrift über Blutentziehungen so schön dargestellt hat. Diese Wirkungsweise derselben ist ohne Zweifel für die Praxis die wichtigste; aber ihre physiologische Erklärung ist schwierig und geht über die Grenzen unserer Aufgabe hinaus. Es ist gegenwärtig noch kaum möglich, nachzuweisen, wie durch eine Herabstimmung des Nervensystems die Entzündungsursache und vermehrte Anziehung des Parenchyms zum Blute aufgehoben werden kann. Offenbar geschieht dies in den Fällen am leichtesten, wo die Entzündungsursache, durch Reflex, von den Centraltheilen des Nervensystems aus auf die peripherischen Theile übertragen wurde.

b. Nimmt man gewöhnlich an, daß allgemeine Blutentziehungen umstimmend und verändernd auf das Blut wirken und den in demselben liegenden Theil der Entzündungsursache aufheben. Für diese Annahme fehlen indeß alle Beweise. Wir wissen, namentlich aus den Untersuchungen von Andral und Gavarret, Simon u. A., daß in den Fällen, wo wir eine allgemeine Diathesis inflammatoria annehmen müssen, das Blut eine materielle Veränderung zeigt. Sie besteht in einer Vermehrung seines Faserstoffs, welche mit der Intensität der Entzündung steigt, mit dem Erlöschen derselben abnimmt. Nach Andral's und Gavarret's Erfahrungen wird aber der Faserstoffgehalt des Bluts durch allgemeine Blutentziehungen nicht vermindert, es ist also vor der Hand nicht wahrscheinlich, daß Aderlässe den im Blute liegenden Theil der Entzündungsursache direct bekämpfen.

c. Oertliche Wirkung der allgemeinen Blutentziehungen auf den entzündeten Theil nach physikalischen Gesetzen. Diese betrachten wir hier vorzugsweise, da sie sich genauer, als die beiden übrigen, einsehen und nachweisen läßt. Allgemeine Blutentziehungen können auf verschiedene Weise der örtlichen Blutanhäufung, Stockung und vermehrten Blutzufuhr entgegenwirken. Venäsectionen haben diese Wirkung dadurch, daß sie den Abzug vermehren; sie äußern diesen örtlich antiphlogistischen Einfluß dann am meisten, wenn sie an den Venen gemacht werden, welche das Blut unmittelbar aus den entzündeten Theilen zurückführen. Ihre Wirkung in dieser Hinsicht ist aber offenbar im Verhältniß zur entzogenen Blutmenge eine viel geringere als die der örtlichen Blutentziehungen, von denen wenigstens Blutegel und Schröpfköpfe, wie wir gesehen haben, der vermehrten Anziehung des Parenchyms zum Blute direct entgegenwirken. Allgemeine Blutentziehungen wirken ferner auf örtliche Entzündungen auch dadurch, daß sie durch Verminderung der Blutmenge im Ganzen auch die Blutzufuhr nach dem entzündeten Theile einigermaßen verringern: aber diese Wirkungsweise ist natürlich im Vergleich mit ihren Nachtheilen eine höchst geringe und ihr praktischer Nutzen deßhalb fast = 0. Von der sogenannten revulsorischen Wirkung der Venäsectionen spreche ich hier nicht: sie scheint mir überhaupt noch zweifelhaft und ich sehe mich außer Stande, sie physiologisch zu erklären.

Aus diesen Betrachtungen folgt, daß die örtliche und physikalische Wirkung der Venäsectionen bei Entzündungen eine sehr untergeordnete ist und den örtlichen Blutentziehungen durchaus nachsteht. Auch ihre umstimmende Wirkung auf das Blut scheint kaum in Anschlag zu bringen. Es bleibt also nur die allgemeine auf Lebenskraft und Nervensystem übrig, und wir sind aus theoretischen Gründen ganz zu demselben wichtigen Resultate gelangt, welches Marshall Hall auf praktischem Wege gefunden hat: daß nur große, bis zur Ohnmacht verlängerte Blutentziehungen antiphlogistisch wirken, daß diese aber mit möglichster Vermeidung von Blutverschwendung, also aus weiter Oeffnung und bei aufrechter Stellung gemacht werden müssen, während kleine, nach längeren Zeiträumen wiederholte Blutentziehungen (wie sie der ärztliche Schlendrian noch so häufig macht), der Entzündung nicht nur keinen Abbruch thun, sondern auch durch Verringerung der Blutmasse geradezu schaden.

Es bleibt noch übrig, die arteriellen Blutentziehungen einer besondern Betrachtung zu unterwerfen. Sie wirken ebenso wie Venäsectionen durch Verminderung der Blutmasse überhaupt, — eine Wirkung, die aber nach dem Obigen als therapeutische Maßregel gar nicht in Betracht kommen kann —, unterscheiden sich aber von den Venäsectionen dadurch, daß sie nicht den Abfluß vermehren, sondern die Zufuhr ableiten; in dieser Hinsicht sind sie also jedenfalls den Venäsectionen vorzuziehen, da natürlich in einem Theile, dem die Blutzufuhr abgeschnitten ist, keine Stockungen eintreten können, und es offenbar viel besser ist, den Stockungen vorzubeugen, als bereits eingetretene zu zertheilen. Ein Abschneiden der Blutzufuhr läßt sich aber viel sicherer und dauernder als durch Arteriotomie und ohne Blutverschwendung dadurch erreichen, daß man die nach dem entzündeten Theile führenden Arterien verschließt, entweder für kurze Zeit, durch Compression, oder dauernd, durch Unterbindung derselben. Ein solches Verfahren ist aber in wichtigen Fällen und da, wo es sich anwenden läßt, z. B. bei Entzündungen des Gehirns und seiner Häute, aus theoretischen Gründen gewiß sehr zu empfehlen: daß dieser Vorschlag auch praktisch wichtig ist, beweisen mehre Fälle, wo er in neuester Zeit in Frankreich und England ausgeführt, bei entzündlichen Leiden des Gehirns, den erwünschtesten Erfolg hatte.

Bei den verschiedenen Ausgängen der Entzündung können allgemeine Blutentziehungen natürlich keinen directen Nutzen bringen; sie können hier nur dann indicirt sein, wenn es gilt, vorhandene Complicationen, wie noch fortdauernde acute Entzündung, welche den Uebergang in Resolution verhindert und eine Tendenz zur Eiterung herbeiführt, zu entfernen.

Wirkung der künstlichen Kälte und Wärme bei Entzündungen. Beide Mittel werden sehr häufig angewandt als kalte Ueberschläge, Eisumschläge, feuchte (Kataplasmen) und trockene Wärme: aber ihre Wirkungsweise physiologisch zu erklären, ist nicht leicht.

Kälte bewirkt, auf gesunde Theile örtlich einwirkend, anfangs die Erscheinungen des ersten Stadiums der Congestion: Verengerung der Capillargefäße, Beschleunigung des Kreislaufs in denselben und Verminderung der Quantität der Blutkörperchen, daher Bläße des Theils — später, bei länger dauernder Einwirkung der Kälte, erscheinen die Symptome des zweiten Congestionsstadiums: — Erweiterung der Capillaren mit Blutanhäufung und vermehrter Wärme.

Als Antiphlogisticum angewandt, wirkt örtliche Kälte offenbar hemmend auf die Erzeugung der Entzündungshitze ein, indem sie letztere sogleich absorbirt: ihre Wirkung ist eine wohlthätige für das Gemeingefühl, eine beruhigende für die örtlich afficirten Nerven; es ist möglich, ja wahrscheinlich, daß dadurch die Entzündungsursache, soweit sie in den peripherischen Nerven oder im Parenchym liegt, direct aufgehoben oder wenigstens vermindert wird. Hat die Entzündungsursache aber ihren Sitz in den Centraltheilen des Nervensystems, wie bei allen reflectirten Entzündungen, namentlich beim Rheumatismus, so vermag natürlich örtliche Application von Kälte auf den entzündeten Theil die Entzündungsursache nicht aufzuheben, daher sie bei rheumatischen Entzündungen sich viel weniger wirksam zeigt, als bei traumatischen. Eine zweite antiphlogistische Wirkung der Kälte beruht, wie erwähnt, darauf, daß sie die Haargefäße verengert, also dadurch der entzündlichen Congestion geradezu entgegenwirkt. Diese beiden Wirkungen machen die Kälte zu einem kräftigen Antiphlogisticum im Congestionsstadium. Es scheint, daß ihre lähmende Wirkung auf die Capillaren, welche bei längerer Einwirkung auf gesunde Theile nie ausbleibt, bei entzündeten Theilen nur in geringem Grade oder gar nicht eintritt. Eigentlich indicirt ist nach diesen ihren Eigenschaften die Kälte nur im Congestionsstadium. Auf die Weiterentwicklung des Exsudats hat sie einen hindernden, lähmenden Einfluß, indem sie, wie alle Temperaturerniedrigung, die Vegetationskraft und Entwicklung hindert. Da sie zugleich der eigentlichen Entzündung, wo diese noch fortbesteht, entgegenwirkt, und auf dieser, so wie auf der Tendenz zur schnellen Entwicklung, die Umwandlung des Exsudats in Eiter vorzugsweise beruht, so wirkt sie auch letzterer entgegen und begünstigt den Uebergang des Exsudats in Organisation.

Die **Wärme** hat eine der Kälte entgegengesetzte Wirkung: sie begünstigt von Anfang an örtliche Congestionen, vermehrt also die eigentliche Entzündung. Ebenso wirkt Wärme, namentlich feuchte Wärme, begünstigend auf die Vegetationskraft und die selbstständige Entwicklung des Exsudats; sie begünstigt den Uebergang desselben in Eiter, oder wie man sich wohl auch ausdrückt, die Schmelzung desselben, und wirkt dem Uebergang desselben in Organisation, der entzündlichen Induration und Hypertrophie, direct entgegen.

Aus diesen Betrachtungen gehen die Indicationen für die Anwendung der Kälte und Wärme in speciellen Fällen von selbst hervor.

Wirkungsweise innerer antiphlogistischer Heilmittel. — Wir rechnen hieher vorzüglich die seit langem als Antiphlogistica gerühmten Arzneien, namentlich die **Mittelsalze**, vor allem den **Tartarus stibiatus** und das **Nitrum**. Wenn es gegenwärtig auch noch zu früh sein dürfte, eine vollständige Theorie ihrer Wirkungsweise aufzustellen, so lassen sich wenigstens Andeutungen dazu geben. Der innerliche Gebrauch der Mittelsalze hat offenbar keinen directen **örtlichen** Einfluß auf den entzündeten Theil, ebenso sieht man nicht ein, wie sie die Entzündungsursache direct bekämpfen sollen. Ihr Einfluß scheint zunächst und vorzugsweise auf das Blut gerichtet und in einer Herabsetzung des vermehrten Faserstoffgehalts zu bestehen. Damit wird aber wahrscheinlich der im Blute liegende Theil der Entzündungsursache getilgt. Wir sehen auch, daß sie vorzugsweise bei solchen Entzündungen wirken, die auf einer allgemeinen entzündlichen Diathese beruhen: bei Rheumatismus acutus, Pleuritis u. s. w.

Dasselbe, was die genannten Mittel langsam und allmälich bewirken — Verminderung des Faserstoffs, durch eine allmäliche Umwandlung (?) dessel-

ben und Verhinderung seiner Bildung —, das scheint ein eingreifenderes Mittel, das Calomel, plötzlich zu bewirken, durch schnelle örtliche Ausscheidung desselben. Wird Calomel so gegeben, wie es im ersten Stadium drohender heftiger Entzündungen, vor eingetretener Exsudation, gegeben werden soll, in großen Dosen und kurzen Intervallen, zur größern Sicherheit der Wirkung mit Drasticis, z. B. Jalappa, verbunden, so sind die Calomelstühle nicht gelb und breiig, sondern braunroth, klumpig; sie enthalten extravasirtes Blut, reagiren stark alkalisch (vom ausgetretenen Blutwasser) und gelbliche oder weißliche Flocken (geronnenes Faserstoffexsudat) in großer Anzahl. Durch sie wird also eine Ausscheidung von Faserstoff im Bereiche des Darmkanals veranlaßt und dadurch die entzündliche Diathese des Bluts augenblicklich herabgestimmt. Ob hiebei auch der örtliche Reiz auf den Darmkanal durch eine Art Reflex der Entzündungsursache direct entgegenwirkt, wage ich nicht zu entscheiden: doch scheint mir diese Wirkung, wenn sie überhaupt zugegen ist, nicht die Hauptsache. Aus diesen Betrachtungen geht aber die Wichtigkeit des Calomels in dringenden Fällen, wenn es rechtzeitig und in gehörigen Dosen angewandt wird, — ebenso die Indicationen für seine Anwendung von selbst hervor.

Zum Schlusse noch ein paar Worte über die Wirkungsweise der sogenannten ableitenden Mittel, der Hautreize, Blasenpflaster ꝛc., bei Entzündungen. Sie können nicht örtlich gegen die entzündliche Congestion, die Stase oder Exsudation, nicht allgemein umändernd auf das Blut wirken: ihr Einfluß kann nur gegen die Entzündungsursache gerichtet sein, so weit sie von den peripherischen Nerven oder deren Centralsystem abhängt, — kurz er gehört in ein noch dunkles Gebiet, die Nervenpathologie.

Dies ist es, was wir glaubten, in einen Artikel aufnehmen zu müssen, dessen Zweck darin besteht, eine Reihe pathologischer Vorgänge vom physiologischem Standpunkt aus zu betrachten und so viel als möglich auf sichere, positive Grundlagen zurückzuführen. Die Feststellung der Basis, die Erforschung der einzelnen Vorgänge, ihre Unterscheidung und Verfolgung bis an die äußersten Grenzen der Wahrnehmung, die Sichtung und Feststellung der Begriffe — erschien als Hauptsache; Gewinnung einzelner glänzender Resultate und ihre Empfehlung für die ärztliche Praxis konnte uns hier nicht locken — sie kommt von selbst aus einer richtigen Grundansicht. Daher wurden weitere Folgerungen eher vermieden als gesucht, selbst da, wo sie sich von selbst darzubieten schienen; Andeutungen eher abgebrochen, als weiter verfolgt. Die Pathologie ist ein Gewebe, dessen Fäden sich in allen Richtungen durchkreuzen, in dem jeder einzelne an verschiedenen Stellen hundert andere berührt; physiolgische Forschungen in derselben müssen im Gegensatz zu rein praktischen, keinen augenblicklichen Gewinn zum Zweck haben, sie müssen von den ersten Anfängen, da, wo diese frei liegen und gesondert hervortreten, anfangen und unbekümmert um Verschlingungen und Berührungspunkte, die eingeschlagene Bahn strenge verfolgen. Alle Wege aber führen in der Mitte zusammen und damit erst zur Erkenntniß des Ganzen.

Die Literatur der Entzündung ist eine unendliche; ihre vollständige Benutzung kann nur verwirren, nicht nützen. Ich habe daher das Bekannte, oft Gesagte, als bekannt vorausgesetzt, und nur in speciellen Fällen, wo es galt, für nicht allgemein anerkannte Thatsachen Beweise beizubringen, auf fremde und eigene Erfahrungen verwiesen. J. Vogel.

Ernährung.

Der Name Ernährung (Nutritio) im weitern Sinne des Wortes umfaßt diejenige Reihe von Processen der organischen Oeconomie, durch welche die schon bestehenden Theile des Körpers in ihrer Integrität erhalten oder bei einer Ungleichheit zwischen den Einnahmen und den Ausgaben des Organismus vermehrt oder vermindert werden. Während nämlich die unorganischen Massen so lange träge und ruhig bleiben, als keine äußeren physikalischen und chemischen Thätigkeiten Veränderungen in ihnen hervorrufen, bedürfen die Organismen, welche sich mehr oder minder in fortwährender Energie ihrer Apparate befinden, zu ihrem Bestehen eines anhaltenden Wechsels der Materie. So viel ihnen durch ihre Kraftäußerungen, durch die Thätigkeit ihrer Maschine an Stoffen verbraucht wird, so viel mindestens muß ihnen, wenn sie keinen Schaden leiden sollen, von neuem ersetzt werden. Theils ihre zarte physikalische und chemische Zusammenfügung, vorzüglich aber ihre functionelle Kraftäußerung bewirkt es auf diese Weise, daß beständig einerseits Stoffe abgehen, während andere aufgenommen werden, und daß so der Organismus einer unaufhörlichen regulirten Metamorphose unterworfen ist. Schon die älteren Naturforscher, welche diese Wahrheit ahneten, nahmen daher an, daß der organische lebende Körper nach einiger Zeit, obgleich er äußerlich noch das frühere Ganze darstellt, aus individuell ganz anderen, wenn auch anatomisch und physiologisch gleichen Theilen und Stoffen, als früher bestehe. Bei einzelnen Gebilden läßt sich dieser Satz, wie wir sehen werden, auf anatomischem Wege mit Evidenz darthun; bei anderen dagegen ist er z. B. eine durchaus noch nicht streng bewiesene, obgleich in ihrer Wahrheit kaum zu bezweifelnde Hypothese.

Bleibt bei diesem Wechsel der Materie das Totalquantum des organischen Körpers oder eines bestimmten Theiles desselben innerhalb eines gewissen Zeitraums das gleiche, so nennt man den die Metamorphose unterhaltenden Proceß Ernährung im engern Sinne des Worts. Wird dagegen bei dieser Stoffveränderung das Volumen vergrößert oder das Gewicht vermehrt, so heißt man den dieser Umänderung zum Grunde liegenden Proceß Wachsthum — ein Ausdruck, welcher jedoch auch für morphologische Veränderung organischer Theile überhaupt gebraucht wird. Findet endlich eine Verringerung des Umfangs und, wie es auch oft der Fall ist, zugleich des Gewichts Statt, so spricht man von einem Abmagerungsproceß, welcher dieser Erscheinung zum Grunde liege.

Damit eine Ernährung möglich werde, muß einerseits Stoffaufnahme, anderseits Stoffausscheidung stattfinden. Beide Seiten des Nutritionsprocesses müssen in jedem organischen Körper mit um so größerer Intensität auftreten, je mehr die Energien der einzelnen Theile des Organismus in Thätigkeit gesetzt, zur Kraftäußerung angeregt werden. Halten wir uns aber an die bis jetzt beobachteten Thatsachen, so müssen wir behaupten, daß die Processe der Aufnahme neuer und der Ausscheidung verbrauchter Stoffe in beiden organi-

schen Reichen sehr wesentlich in ihren Einzelnheiten differiren. Da der Pflanze ein specielles Verdauungsorgan mangelt, so wird bei ihr ein großer Theil, ja oft das Totale ihrer äußern Oberfläche zur Aufnahme neuer Materie bestimmt. Die im Boden oder im Wasser befindliche Partie nimmt aus ihrer Umgebung, der Erde oder dem Wasser, Flüssigkeit und in dieser aufgelös'te Stoffe auf, um sie in dem Innern des Pflanzenkörpers zu verbreiten. Die theils auf diesem Wege, theils durch die grünen freien Pflanzentheile absorbirte Kohlensäure wird unter dem Einflusse des Lichts von dem Gewächse zersetzt, damit es sich den Kohlenstoff aneignen und den Sauerstoff, so weit er nicht sonst verbraucht wird, abscheiden kann. Die meist an ihren Ort gebannte, mit keiner Bewegung, keiner Empfindung, keinem Sinne versehene Pflanze muß mehr Stoffe aufnehmen, weil sie nur die vom Zufall ihr dargebotenen Materien zu erhalten vermag und höchstens ihre Wurzeln dahin, wo reichlichere Nahrungsflüssigkeit ihr zuströmt, zu verlängern im Stande ist. Bei dem willkürlich beweglichen Thiere, welches mittelst seines Nervensystems und seiner Sinne den Speisen und Getränken nachgehen und dieselben auswählen kann, brauchte das Organ der Nahrungsaufnahme nicht ausschließlich an einen Theil der äußern Körperoberfläche gewiesen zu sein. Hier konnte eine innere Höhlung, ein Verdauungscanal, in welchen die Nahrung, wie in einen Behälter, zur Verarbeitung eingebracht würde, mit Nutzen existiren. Durch ihn vermochten die neuen Materien so weit vorbereitet zu werden, daß sie mit Leichtigkeit dann in den Körper übergehen oder assimilirt werden. Während auch unter den oben berührten Verhältnissen die Pflanze nur auf flüssige, seien es tropfbare oder gasförmige Nahrungsmittel, angewiesen sein mußte, konnte das Thier mit seinem innern Verdauungsschlauche feste und flüssige Materien zu seiner Bearbeitung aufnehmen. Dieser erweiterte Wirkungskreis führte aber dann die Nothwendigkeit, auch die festen Speisen zu dem Uebergange in den Organismus d. h. zur Verflüssigung vorzubereiten, mit sich. Die erste Vorbedingung einer raschen chemischen Lösung ist aber mechanische Verkleinerung. Daher auch Kauapparate aller Art den Thieren eben so nothwendig waren, als sie den Pflanzen überflüssig sein würden. Die zweite Forderung sind chemisch lösende Säfte. Daher diese als Speichel, Magensaft, Galle, Pankreassaft u. dgl. existiren. Wollen wir einen exacten, obgleich durchaus unnatürlichen Vergleich zwischen der Nahrungsaufnahme der Pflanzen und der der Thiere anstellen, so müssen wir behaupten, daß die der Vegetabilien schon von vorn herein da beginnt, wo im Thierreiche der zweite Act, nämlich die Aufnahme in Chylus und Lymphe eintritt, weil die Vegetabilien durch die Wurzeltheile nur tropfbar flüssige Körper, die animalischen Organismen in ihren Verdauungscanal auch feste Nahrungsmittel empfangen. Die Geschöpfe beider Reiche bedürfen zwar auch gasförmiger Stoffe zu ihrer Existenz. Die sogenannte Athmung der Pflanzen ist diesen eben so unerläßlich, als die Respiration den Thieren. Allein wie verschieden sind beide mit den gleichen Benennungen belegte Processe? Schon den Stoffen und zeitlichen Verhältnissen nach zeigt sich die Differenz, daß, während die höheren Gewächse bei Tag und im Lichte Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff nebst Wasserdunst ausscheiden, bei Nacht und im Dunkeln dagegen Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure frei werden lassen, die Thiere zu allen Zeiten und unter allen Verhältnissen Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure und Wasser aussondern. So viel wir bis jetzt wissen, scheint die Pflanze diese Kohlensäure vorzugsweise ihres Kohlenstoffs wegen zu gebrauchen, während das Thier, wie wir weiter unten sehen werden, seinen Kohlenstoff aus einer ganz andern Quelle schöpft, einen großen Theil desselben vielmehr gerade durch die Respiration

als Kohlensäure fortsendet; dafür aber des Sauerstoffs zu später zu erläuternden, unerläßlichen Zwecken bedarf. Bei den Vegetabilien bildet wahrscheinlich die sogenannte Respiration nur einen Theil ihrer Verdauungsfähigkeit. Setzen wir eine Pflanze perpetuell ins Dunkle, so daß die anhaltende Kohlensäurezersetzung aufhört, so geht sie nicht plötzlich, sondern nach und nach zu Grunde. Sie verhungert gleichsam, weil ihr ein wesentliches Element ihrer nothwendigen Speise geraubt ist. Bei den Thieren zeigt sich dagegen die Athmung in einer ganz andern Bedeutung. Wie wir weiter unten sehen werden, erhalten wenigstens die höheren Thiere und wahrscheinlich alle animalische Geschöpfe durch ihren Darm zu viele Nahrungsstoffe. Durch die in Folge der Thätigkeit der Energieen der einzelnen Organe stattfindende Umsetzung ihrer selbst kommen neue Materien hinzu. Die Sauerstoffaufnahme durch die Lungen wird schon hierdurch nothwendig, weil nur so eine große Menge von Materien als Kohlensäure und Wasser durch die Lungen (und die Hautausdünstung) entfernt werden können. Die sogenannte Respiration der Pflanzen tritt daher ihrer wesentlichen Bedeutung nach in die Proceßreihe der Stoffaufnahme, die der Thiere in die der Stoffausscheidung. Der Beweis des letztern Ausspruchs wird sich noch im Laufe dieses Artikels ergeben.

Die Ausscheidungen können in beiden organischen Reichen unter allen drei Cohäsionsformen auftreten, obwohl bei Pflanzen wie bei Thieren die tropfbar und die gasförmig flüssigen Se- und Excretionen die bei weitem häufigeren sind. Allein auch hier stoßen wir, sobald wir irgend ins Specielle eintreten, nur auf Differenzen. Nach dem Wenigen, was bis jetzt auf diesem dunkeln Gebiete bekannt ist, finden die meisten, reichlichsten und wichtigsten, größtentheils gasförmigen Ausscheidungen der Gewächse auf einfacheren freien Oberflächen Statt. Wir sehen höchstens einfache Gruben, deren Rolle wir selbst noch nicht genau kennen. Auch die inneren Höhlen, welche Ausscheidungsproducte aufnehmen, sind durchaus einfacherer Art. Was man Drüsen der Vegetabilien nennt, sind eigenthümliche, mehr oder minder dicht gehäufte Zellengruppen, in und an welchen Secretionen zu Stande kommen. Von einem drüsigten Höhlenbaue, wie wir ihn in der ganzen Thierwelt sehen, existirt keine Spur. Bei den animalischen Organismen haben wir zwar auch einfache Abdunstungsflächen (S. d. Art. Absonderung). Neben ihnen erscheint aber allgemein das weit verbreitete Höhlungssystem der Drüsen, durch welches, da zu ihnen die einzelnen glandulösen Theile und Nebenapparate des Verdauungscanals, die Drüsen der übrigen Schleimhäute, die der äußern Haut, die Lungen, die Nieren, die Hoden u. dgl. gehören, sogar der bei weitem größte Theil der Excretionsstoffe hervorgebracht wird.

Auch in Betreff der den Se- und Excretionen zum Grunde liegenden Processe stoßen wir bei Pflanzen und Thieren nur auf Unterschiede. Den Pflanzen kommt in dem Sinne, in welchem wir das Wort in der Thierphysiologie nehmen, ein Kreislauf nicht zu. Die Zellensaftrotation ist auf jede Zelle beschränkt und in dieser selbstständig. Von einem die ganze Pflanze durchdringenden Saftkreislauf kann hier nicht die Rede sein. In welchen Verhältnissen diese Rotation zu den Fortbewegungen der allgemeinen Säfte, den Ab- und Aussonderungen stehe, ist uns noch gänzlich unbekannt. Die Bewegung des Latex, dessen Behälter noch keineswegs genügend erforscht sind, ist noch so unbestimmt erläutert, daß wir uns keinen deutlichen Begriff von der durch dieses Phänomen hervorgerufenen Ernährungserscheinung bilden können. Von dem sogenannten Aufsteigen der rohen Säfte wissen wir noch weniger. Bei aller dieser Ignoranz ist uns aber wenigstens so viel bekannt, daß ein continuirliches,

von einem oder mehren Centralherzen geleitetes Gefäßsystem mit elastischen und dehnbaren Wandungen, wie es bei dem Menschen und den Thieren vorkommt, bei den Vegetabilien nicht existirt. Auch die Flimmerbewegung, welche ausnahmsweise, wie z. B. bei Diplozoon den Mangel eines Herzens zu ersetzen scheint, fehlt den Pflanzen. Bei dieser Heterogeneität der Kreislaufsprocesse muß aber auch die Erzeugung der die Organe und Organtheile durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit eine sehr verschiedene sein. Nach dem Wenigen, was uns die Pflanzenphysiologie überhaupt und in diesem Punkte insbesondere lehrt, erfolgt wahrscheinlich in den Gewächsen ein Durchschwitzen von Zelle zu Zelle, von Schlauch zu Schlauch, während bei den Thieren das Blut und bei den mit Tracheen versehenen Geschöpfen Blut und eingeathmete Luft zu allen Theilen der Organe hingeleitet werden, um dann durch die Gefäßwandungen hindurchzuschwitzen. Besteht aber dieser Unterschied durchgreifend, so folgt daraus, daß die Ernährungsflüssigkeit der Pflanzen unvollständiger sein und an vielen Stellen des Vegetabils selbst möglicherweise mangeln, daß sie in den einzelnen Stellen desselben heterogener als bei den Thieren sein muß.

Auf den ersten Blick könnte es scheinen, als ständen diese über die völlige Verschiedenheit der Functionen der Pflanzen und der Thiere geäußerten Ansichten [1]) mit den durch die Studien der neuern Zeit klar gewordenenen Analogien zwischen den Gewebtheilen der beiden organischen Reiche in Widerspruch. Dieses ist jedoch keineswegs der Fall. Die Aehnlichkeit der Gewebe, welche sich viel beschränkter im erwachsenen Zustande zeigt, dagegen deutlicher bei den embryonalen Formen auftritt, rührt wahrscheinlicherweise daher, daß die Zellen- und Kernbildung die nothwendigen Grundformen aller organischen, wie die Krystall- und die Körnergestalten der meisten unorganischen Körper sind, daß aber die Pflanzenwelt sowohl, als die Thierwelt mit differenten Formen und Stoffen dieser Grundgebilde verschiedene Erzeugnisse hervorruft und ganz verschiedene Thätigkeiten bedingt und voraussetzt.

Indem wir in Betreff der Ernährungsverhältnisse der Pflanzen auf den Art. Pflanzenphysiologie verweisen, müssen wir die Nutritionserscheinungen der Thiere hier speciell betrachten. Der Natur der Sache nach zerfällt aber diese Untersuchung in einen anatomisch-physiologischen und einen chemischen Theil. Der erstere behandelt die mit freiem oder bewaffnetem Auge wahrnehmbaren Verhältnisse, welche mit den Ernährungserscheinungen in Verbindung stehen; der letztere die Stoffveränderungen, welche in Folge des Nutritionsprocesses auftreten. In dieser Beziehung kommt dann einerseits das Quantitative und anderseits das Qualitative in Erwägung.

1) Gestaltverhältnisse der Ernährungserscheinungen. — Nach den bestehenden Ansichten betrachtet man das Blut als den allgemeinen Mittelpunkt aller Ernährungserscheinungen, von dem alle neuen Stoffe ausgehen und in welches wenigstens ein großer Theil der verbrauchten Materien mittelbar oder unmittelbar wieder zurückkehrt. Diese gewiß in jeder Beziehung sehr wichtige Flüssigkeit, welche nach Berechnungen, die auf Experimente gestützt sind, bei dem Menschen und den Haussäugethieren im Mittel ungefähr 0,15 bis 0,22 des gesammten Körpergewichts ausmacht, kann auf sehr verschiedenen Wegen neue zur Ernährung zu verbrauchende Stoffe in sich aufneh-

---

[1]) Da bei den Pflanzen von Nervensystem, Sinnen, Muskelbewegung nicht die Rede sein kann und auch die Geschlechtsverhältnisse beider Reiche differiren, so läßt sich der obige Satz auf alle Thätigkeiten ausdehnen.

men. 1. Aus den entweder von vorn herein tropfbar flüssigen oder im Magen und Darm durch den Verdauungsact aufgelös'ten Nahrungsmitteln erhält das Blut die größte Menge neuer Verbindungen entweder unmittelbar oder durch Vermittelung des Chylus. 2. Aus der eingeathmeten Luft entnimmt es unmittelbar Sauerstoff. 3. Durch die sogenannte Einsaugung der äußeren und der inneren Hautoberflächen vermag es gasförmige und tropfbare Flüssigkeiten und aufgelös'te Stoffe überhaupt zu empfangen. Endlich können 4. schon organisirte oder auch abgelagerte unorganisirte, noch dienstbare oder verbrauchte, gesunde oder krankhaft erzeugte Bestandtheile des Körpers selbst in das Blut entweder unmittelbar oder, wie man glaubt, durch Vermittelung der Lymphe zurückkehren. Während die durch den Athmungsproceß bedingte Sauerstoffaufnahme eine Nothwendigkeit ist und ohne sie das Leben, wenigstens der höheren Thiere und des Menschen, bald seine Thätigkeiten einstellt, können die anderen Quellen der Stoffaufnahme mehr oder minder versiegen, ohne daß die Functionen des Körpers vollkommen stille stehen. Werden keine Nahrungsmittel verabreicht, findet keine bedeutendere Einsaugung wichtigerer Stoffe von Außen Statt, so zehrt der Organismus als Surrogat von seinem eigenen Körper. Auf welche Art dieses letztere geschehe, werden wir in dem chemischen Theile dieses Artikels zu erörtern suchen.

Indem nun aber so die mit neuen Stoffen immer mehr geschwängerte Blutmasse in den für sie bestimmten Gefäßen kreis'et, scheidet sie zunächst die die Organe durchtränkende Ernährungsflüssigkeit aus. Wir haben schon in dem Art. Absonderung die Gründe angegeben, weßhalb wahrscheinlich dieser Ausscheidungsproceß vorzüglich in dem arteriellen Theile der feinsten Blutgefäßnetze vor sich geht, obgleich natürlicherweise nach physikalischen Gesetzen ein gewisser Grad von Transsudation durch die Häute aller Blutgefäße stattfinden muß. Diese Ausströmung kann aber nur aus der Blutflüssigkeit erfolgen, da in keiner Wandung eines Blutgefäßes so große Poren existiren, daß selbst die kleinsten sogenannten Lymphkörnchen des Bluts, geschweige denn die Blutkörperchen selbst, hindurchdringen könnten. Die durch physikalische Gesetze vermöge der Feinheit der Capillaren erzeugte sogenannte unbewegliche, oder richtiger träge Schicht, bewirkt es, daß in der Peripherie eines jeden feinsten Blutgefäßes immer Liquor sanguinis in Bereitschaft ist und daß so der fortwährenden endosmotischen und exosmotischen Thätigkeit kein Hinderniß im Wege steht. In welchem Grade diese stattfinde, hängt einerseits von der Menge und der Beschaffenheit des Bluts, von dem Drucke, unter welchem dieses strömt, anderseits von der Quantität und der Qualität der schon vorhandenen Ernährungsflüssigkeit ab. Bei größerer Blutfülle und stärkerm Druck wird im Allgemeinen wahrscheinlich eine stärkere Strömung existiren. Je heterogener die schon vorhandene Ernährungsflüssigkeit und der Liquor sanguinis sind, um so intensiver wird sich auch der endosmotische und exosmotische Proceß einfinden.

Die ausgetretene Ernährungsflüssigkeit durchtränkt die Organe, auf welche sie stößt. Wie sie sich aber ferner verändere, ist kein Gegenstand vollkommen beweisender beobachteter Thatsachen. Aus einzelnen empirischen Phänomenen müssen hier theoretische Vorstellungen, die, wie wir mit Bestimmtheit behaupten können, unvollständig und, wie sich mit Recht vermuthen läßt, zum Theil unrichtig oder wenigstens nicht ganz adäquat sind, aufgestellt werden. Auch zwingt uns der Mangel an objectiver und wahrer Erkenntniß zu sehr bei allgemeinen Redensarten und Begriffen — dem besten Beweise der Unwissenheit — stehen zu bleiben. Sobald die Ernährungsflüssigkeit aus den oben angegebenen Theilen der Capillaren herausgetreten, stößt sie auf das ihr verwandte, die

Organe mehr oder minder durchtränkende Fluidum und ergänzt dasselbe zum Theil zu seiner frühern Beschaffenheit, d. h. verleiht ihm wiederum diejenigen Stoffe und diejenigen Mengen derselben, welche es durch die Metamorphose der einzelnen Gewebtheile verloren hat. Der wahre Ernährungsact selbst besteht aber nicht in den einfachen Niederschlägen, welche sich etwa aus dem Nutritionsfluidum bilden, sondern in den fortwährenden Wachsthumsveränderungen, welche die einzelnen histiologischen Elemente des Körpers erleiden. Bei manchen Geweben, vor Allem bei solchen, welche ihre Zellenform bleibend beibehalten, sind diese unaufhörlichen Metamorphosen leicht und bestimmt zu verfolgen. In der Oberhaut des Menschen z. B. finden wir ganz an der äußern Oberfläche platte, vollkommen verhornte, nicht selten kernlose Epithelialblättchen. Je tiefer wir in die Epidermis eindringen, um so weniger verhornt, um so jünger werden die Zellen, um so mehr tritt im Allgemeinen der Kern hervor. Der sogenannte Malpighi'sche Schleim endlich besteht aus den jüngsten Zellenbildungen. Da nun fortwährend die oberflächlichen Epithelialblättchen der Oberhaut durch Reibung, Waschen u. dgl. losgestoßen und entfernt werden, und die eben angeführte Aufeinanderfolge der Entwickelungsstufen nie mangelt, so schließen wir mit Recht, daß hier ein unaufhörlicher Umänderungsproceß, durch welchen die Oberhaut binnen gar nicht langer Zeit eine ganz andere wird, vor sich gehe. Vollkommen das Gleiche sehen wir bei den Pflasterepithelien, vorzüglich der Mundhöhle. Nächst ihnen scheinen die Cylinderepithelien denselben Proceß, obgleich in geringerm Grade zu theilen; wenigstens finden wir in dem Darme weit seltener losgestoßene Cylinder, während wir keinen Tropfen Mundspeichel untersuchen können, ohne zahlreichen abgeschilferten Epithelialblättchen zu begegnen. Bei den Flimmercylindern dürfte dieser fortwährende Abstoßungsproceß noch beschränkter sein. Uebrigens ist es fast unglaublich, wie schnell die an der Oberfläche befindlichen Zellen ihre bestimmten Gestalten annehmen, wenn die älteren entfernt sind. Jedoch scheint es von Zeit und Verhältnissen abzuhängen, ob dasselbe oder ein heterogenes Epithelium nachfolgt. Vorzugsweise sehen wir nicht selten statt eines Flimmerepithelium z. B. in der Schleimhaut der Gebärmutter und der der Tuben ein Pflasterepithelium auftreten. Bei den anderen hornigen Gebilden findet derselbe unaufhörliche Umwandlungsproceß Statt, wie die Verhältnisse der Haare, der Nägel, der Hufe u. dgl. lehren. Hier läßt sich mit Bestimmtheit der schon erwähnte, jedoch mehr als subjective Ansicht und zum Theil als Staunen erregendes Factum von den Alten ausgesprochene Satz behaupten, daß nach Verfluß von nicht sehr langer Zeit die Theile des scheinbar gleichen Menschen oder Thiers morphologisch und ihren individuellen Stoffen nach ganz andere sind, als sie früher waren.

Es läßt sich mit Recht vermuthen, daß dieser bei den Schichtgebilden vorhandene unaufhörliche Umwandlungsproceß allgemeiner sein dürfte und daß er nur bei den anderen Geweben ihrer Natur und vorzüglich ihrer Localität entsprechende Abweichungen darbieten werde. Die Epidermis, die Epithelien, die Haare, die Nägel, überhaupt alle hornigen Gebilde haben den Vortheil, daß sie freie innere oder äußere Oberflächen besitzen. Ihre ältesten Gebilde können daher unmittelbar abgeworfen werden. Findet bei den mehr innerlich gelagerten Geweben, wie dem Zellgewebe, den verschiedenartigen anderen einfachen cylindrischen Fasern, den Muskel- und Sehnenfasern, dem elastischen Gewebe, dem Nervengewebe, den Knorpeln, den Knochen u. dgl. ein ähnlicher fortwährender Regenerationsproceß Statt, so wäre etwas der Art unmöglich. Würden die alten Theile in der Peripherie nur abgelagert, so müßte der Körper, wie wir weiter unten sehen werden, binnen sehr kurzer Zeit zu einem sehr bedeutenden,

unförmlichen Volumen anschwellen. Sollen sie aber fortgeschafft werden, so besteht die einzige Möglichkeit, dieses zu bewerkstelligen, darin, daß sie aufgelös't werden und daß ihre Solution zunächst der Ernährungsflüssigkeit oder vielleicht der Lymphe und mittelbar dem Blute beigemischt und von diesem durch den Athmungsproceß und die Hautausdünstung (und vielleicht andere Excrete) abgeschieden wird. Wir werden in der Folge sehen, daß nur unter dieser Voraussetzung, welche aus einer unbefangenen Betrachtung der morphologischen Verhältnisse folgt, die quantitativ chemischen Momente der Ernährung begreiflich sind. Kann daher auch diese Hypothese z. Z. nicht definitiv bewiesen werden, so wird sie wenigstens um so wahrscheinlicher, je mehr sie Anatomie, Chemie und Physiologie unterstützen.

An den meisten faserigen Geweben zeigt sich eine Erscheinung, welche vielleicht mit diesen fortwährenden Umänderungen derselben in Beziehung steht. Die Muskelfasern, die Nervenfasern, die Zellgewebebündel haben auf sich spindelförmige, oft fadig verbundene Körperchen, welche man mit dem Namen der fadig aufgereihten Epithelien, der Kernfasern bezeichnet, und welche an gewisse Zellenfasern des Embryo mehr oder minder erinnern. Man könnte sich nun vorstellen, daß dieses die neugebildeten Theile, welche sich später in cylindrische Fäden umwandeln, seien. Einen Haupteinwand gegen eine solche Vermuthung bildet der Umstand, daß sich dann z. B. die Muskelfäden des Erwachsenen etwas anders, als die des Embryo erzeugen müßten (s. d. Art. Gewebe). Allein dagegen kann wenigstens so viel erwidert werden, daß unzweifelhaft die durch Ernährungsmetamorphosen sich bildenden neuen Muskelfäden nicht genau so wie bei der Embryonalbildung, d. h. an den Seitenwandungen der verschmolzenen primitiven Zellen, erscheinen. Wie die Sachen gegenwärtig stehen, läßt sich die ausgesprochene Idee mehr als eine vielleicht unrichtige dunkele Ahnung, denn als eine sichere Thatsache betrachten. Eben so problematisch ist es, ob die Zellen, welche z. B. nach Außen von den faserigen Scheiden der peripherischen Nervenkörper liegen, ebenfalls durch die Ernährungsverhältnisse stets neu sich ablagernde Gebilde sind. Bei den Nervenkörpern selbst dürfte vielleicht der körnige Inhalt der Umschließungszelle noch die meiste Veranlassung zu morphologischen Ernährungsumänderungen geben. Bei der Krystalllinse sind wahrscheinlich die hellen Zellen der sogenannten Morgagni'schen Feuchtigkeit die jüngsten Producte der Ernährung. In Betreff der Knochen wurden seit Duhamel die mit Färberöthefütterung angestellten Versuche als Beweise für die fortwährende Umänderung dieser Gebilde häufig angesehen. Bekanntlich werden nach der genannten Nahrungsweise die Knochen roth. Die erste Färbung zeigt sich in der äußersten, unmittelbar unter der Beinhaut befindlichen Lage des Knochens. Wird die Fütterung fortgesetzt, so dringt die Farbenveränderung immer tiefer ein, bis sie endlich zur Marksubstanz gelangt und bis so die Gesammtmasse des Knochens roth erscheint. Aus diesen Thatsachen läßt sich noch kein Schluß entnehmen. Denn sie könnten auch dahin gedeutet werden, daß die Farbemasse, welche im Blute aufgelös't herbeigeführt wird, auch von dem blutgefäßreichen Periost zunächst in den Knochen dringt, obgleich es dann schon auffallend wäre, weßhalb nicht auch die Marksubstanz, welche im Allgemeinen mit noch mehr Blutgefäßen in naher Verbindung steht, gleich zuerst gefärbt werde. Unterbricht man die Fütterung mit Färberöthe, so wird die gefärbte Schicht nicht direct resorbirt, sondern rückt, wie schon Duhamel gefunden und noch in neuester Zeit Flourens bestätigt hat, immer weiter nach Innen, der Marksubstanz immer näher, bis sie endlich diese erreicht und hier dann

aufgesogen wird. Durch abwechselndes Darreichen von Färberöthe und anderer Nahrung kann man so z. B. bei jungen Schweinen eine vollkommene Abwechselung von rothen und weißgelben Schichten, vorzüglich in der dichten Substanz der Röhrenknochen erzielen. Es wird daher hieraus geschlossen, daß sich fortwährend durch die Thätigkeit der Blutgefäße der Beinhaut, welche das materielle Substrat liefern, eine peripherische äußere Schicht ablagert, während durch die Action der Gefäße der Markmembran eine alte Schicht resorbirt wird. Das Verhalten der Ablagerung (nicht aber der Wiedereinsaugung) müßte dann ganz ähnlich, nur umgekehrt, wie bei den hornigen Schichtgebilden sein. Es entstände eine jüngste peripherische Lage, welche die schon vorhandenen Lagen nach innen triebe, während die älteste centrale der Resorption verfiele. Bei den Zähnen, wo sich nur die aus Knochenmasse bestehenden Theile, die ächte Zahnsubstanz und das Cäment, nicht aber der Schmelz röthen, findet nach den Beobachtungen von Flourens das umgekehrte Verhalten Statt. Hier ist die innerste Schicht die jüngste, die äußere die älteste. Hier würde dann die Ablagerung der erstern wegen der Existenz der in dem benachbarten Zahnsäckchen verlaufenden Blutgefäßnetze leicht begreiflich sein. Die Zähne würden sich dann in ihren Ernährungsphänomenen den geschichteten Horngebilden, was sie so oft sind, noch mehr parallel stellen.

Endlich haben noch manche Autoren, z. B. Schultz und Henle, in den Blutkörperchen selbst morphologische Merkmale fortwährender Umänderung wahrnehmen wollen. Wenn auch die in dieser Beziehung geäußerten Vorstellungen zum Theil nicht definitiv bewiesen waren, so hat doch die Grundidee, daß die Blutkörperchen, indem sie im Körper herumgetrieben werden, allmälig altern und schwinden, während neue gebildet werden, ihre Wahrheit. Hierfür sprechen schon die sicher nicht zufälligen Differenzen, welche wir in Betreff der Form, der Größe, der Kern- und der Schaalenformation bei Einzelnen wahrnehmen. Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, daß die sogenannten Lymphkörperchen die Keime der Blutkörperchen sind, während die veralteten Blutkörperchen ihren Kern immer mehr zurücktreten lassen. Daher auch nach reichlichen Blutverlusten diese Lymphkörperchen nach den Erfahrungen von Remak im Blute, dessen Gerinnbarkeit zunimmt, immer häufiger werden. Ob die von mir im kranken Blute z. B. von Pneumonischen beobachteten, sehr hellen Zellen, welche die Blutkörperchen umgeben, hierher gehören oder nicht, ist noch unbekannt.

Da die Matrix aller genannten Ernährungsbildungen, das Nutritionsfluidum, aus dem Blute stammt, so wird es auch in der Nähe der Capillaren am reinsten sein und am Kräftigsten wirken. Dieses bestätigt sich vollkommen. Die jüngsten Schichten der sich lagenweise bildenden Theile finden sich immer in der Nähe entsprechender Capillaren. So liegt der Malpighische Schleim der Oberhaut dicht an den die Capillaren führenden Hautwärzchen. Aus gleichem Grunde ist Aehnliches mit der Matrix des Nagels, der Zwiebel des Haars, dem fleischigen Theile des Hufs u. dgl. der Fall. Auch bei allen Epithelien ohne Ausnahme findet sich beständig die jüngste Schichte am tiefsten, d. h. den in den Faserlagen der Schleimhaut verlaufenden Blutgefäßen am nächsten. Nach demselben Princip sehen wir den Humor Morgagnii unmittelbar unter der Linsenkapsel, die Formationen der fadig aufgereihten Epithelien immer nach Außen, die jüngsten Zahnlagen beständig nach Innen. Nur bei den Knochen bleibt es, wenn die oben angeführten Erfahrungen über Färberöthefütterung eben so richtig, als beweisend sein sollen, räthselhaft, weßhalb nur die der Beinhaut nahe liegenden Schichten die jüngsten sein sollten, während die

Blutgefäße der Marksubstanz keine neue Productionen hervorbrächten. Aus Erfahrungen, welche wir in dem Art. Gewebe kennen lernen werden, ist es mir auch nicht unwahrscheinlich, daß selbst in der Marksubstanz an den einzelnen Bälkchen derselben neue Masse abgelagert wird. Bei jungen, noch in der Bildung begriffenen Knochen ist diese Sache definitiv beweisbar.

Den Proceß der Ausscheidung aus dem Nutritionsfluidum können wir uns aber folgendermaßen denken. Zuerst gehen von den neuen herbeigeführten Stoffen die Anlagen der jüngsten Stadien der permanenten Gewebeentwickelung aus. Der Ueberschuß sowohl als die schon gebildeten jüngsten Theile werden dann verwendet, um die älteren Entwickelungsstadien zu erzeugen. Sie, sowohl als die ältesten, entstehen theils auf diesem Wege, theils durch Verdunstung und Fortführung von Wasser und aufgelös'ten Stoffen. Wie dieses im Einzelnen geschehe, darüber liefern uns Chemie und Anatomie kaum einige Andeutungen. Bei den Epithelien und wahrscheinlich allen hornigen Schichtbildungen gehen offenbar Wasserelemente und vielleicht organische flüchtige Stoffe verloren. Denn die freilich mit den Niederschlägen des Schweißes verbundene Hautabschuppung zeichnet sich, wie wir später sehen werden, durch einen geringen Gehalt an freiem Wasser und eine sehr bedeutende Menge fixer Aschenbestandtheile aus. Man braucht auch nur den Verhornungsproceß der Epidermidalzellen unter dem Mikroskope zu verfolgen, um diese Ansicht sehr wahrscheinlich zu finden. In geringerm Grade tritt vermuthlich etwas Aehnliches bei den inneren Epithelien ein. Bei den Knochen geht wahrscheinlich der Proceß in etwas verschiedener Weise vor sich. Bei den jüngeren Knochen wird offenbar durch das Durchtränken mit Ernährungsflüssigkeit mehr abgelagert als fortgeführt. Wir sehen daher die schwammige Knochensubstanz der Rinde zur festen Rindensubstanz werden. Wenn auf diese Weise im Laufe des Wachsthums nicht die gesammte Markhöhle obliterirt, so hat dieses wahrscheinlich darin seinen Grund, daß in der Marksubstanz eine starke Resorption ausgleichend wirkt. Findet dieses in geringerm Grade Statt, so erhalten wir allerdings sehr compacte, mit wenig Mark versehene Knochen. Das Ideal dieser krankhaften Ernährung bilden dann jene ungeheueren Vermehrungen solider Knochensubstanz, wie sie zuerst an dem bekannten Darmstädter Schädel die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben. Bei den mit quergestreiften Fasern versehenen Muskeln läßt sich vielleicht annehmen, daß die ersten Fibrillen, welche durch den Ernährungsact erzeugt werden, diejenigen sind, welche am meisten nach der Peripherie liegen, während sich die ältesten in Auflösung begriffenen der Centralhöhle des Muskelfaserrohrs zunächst befinden. Denn die die Höhlung des Centralrohrs ausfüllende helle durchsichtige Masse könnte vielleicht als die ältere aufgelös'te, in Resorption begriffene Substanz der Muskelfaser betrachtet werden. Dafür, daß die peripherischen Muskelfäden die ältesten sind, scheint auch der Umstand zu sprechen, daß sie wahrscheinlich die größte Zusammenziehungskraft besitzen. Denn das Umstülpen der Ränder durchschnittener lebender oder noch reizbarer Muskeln scheint mir nur dadurch erklärlich, daß man eben den äußersten Fibrillen eine größere Contractionsenergie als den mittleren, diesen eine größere als den inneren zuschreibt. Wie bei den anderen Geweben diese Restitutionsbildung vor sich gehe, bleibt vorläufig dahingestellt.

Wir haben oben bemerkt, daß die Substanzen jüngerer Entwickelungsstadien nicht selten dazu verwendet werden, um ältere Ausbildungsstufen herzustellen. Belege hierfür zeigen sich häufig. Zuvörderst gehören hierher die verschiedenen Niederschläge, welche aus dem Zellensaft entstehen und entweder als feste Körper des Zelleninhalts oder als Ablagerungen an der Innenfläche der

Zellenwandungen erscheinen, wie die Verholzungsbildungen im Pflanzenreiche, die körnigen Niederschläge an den Innenwänden der Oberhautzellen vieler Pflanzen, die körnigen Deposita an den verschiedenen thierischen Epithelialzellen u. dgl. beweisen. Der Nucleus selbst dient vielleicht bisweilen mit einem Theil seiner Substanz als Nahrungsmaterial für fernere Bildungen. Wie er in Folge der Verholzungsformationen im Pflanzenreiche oft durchsichtiger wird und nicht selten gänzlich schwindet, so finden wir ihn in jüngeren Epithelialcylindern, vorzüglich denen der Flimmerepithelien, körnig, in älteren hell und durchsichtig. Es ließe sich nun annehmen, daß diese Substanzveränderungen bloße Folgen der die Ernährungsverhältnisse und der sie begleitenden Resorptionserscheinungen seien, ohne daß die aufgelös'ten Substanzen des Kerns dem Cylinder selbst zu gute kämen. Hiergegen spricht jedoch, daß die Auflösung fast immer nur so weit geht, daß der Kern milchglasartig durchsichtig wird, nicht aber gänzlich schwindet. Die embryonalen Entwickelungsstadien der Nervenfasern, der quergestreiften Muskelfasern, aller Gewebe, welche Stadien der Zellenfaserbildung durchlaufen, geben mehr oder minder zu ähnlichen Schlußfolgerungen Veranlassung. (S. d. Art. Gewebe.)

Die Umbildung und Ausscheidung der verbrauchten Stoffe ist noch viel dunkler als es die bisher betrachteten Processe der Neubildung sind, ein Verhältniß, welches, wie wir sehen werden, auch bei den quantitativen und qualitativ chemischen Ernährungsmomenten wiederkehrt. Wir können mit dem freien oder dem bewaffneten Auge nur diejenigen verbrauchten und zu entfernenden Theile, welche nicht im aufgelös'ten Zustande davon gehen, wahrnehmen. Hierher gehören also die schon oben erwähnten Abschuppungen, welche an den äußeren und inneren Körperoberflächen erfolgen. Dagegen vermag die Anatomie von keinem innern Gewebtheile mit Sicherheit nachzuweisen, daß er, in Verflüssigung begriffen, dazu bestimmt sei, als verbraucht wieder ausgeschieden zu werden. Oft stellen sich z. Z. noch durchaus unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Wir sehen z. B. in der Krystalllinse die jüngsten Zellenbildungen in der sogenannten Morgagni'schen Feuchtigkeit. Die einzelnen, concentrisch schaaligen, aus Linsenfasern bestehenden Schichten werden um so dichter, um so wasserarmer, je mehr sie sich dem Centrum der Linse nähern. Hieraus entnehmen wir, daß wahrscheinlich das centrale Kernstück das ausgebildeteste, älteste sei. Wäre dieses der Fall und fände eine fortwährende Erneuerung der Linsensubstanz Statt, so müßte hier die Auflösung erfolgen. Da jedoch in der Linse selbst keine Blutgefäße existiren, so müßten die verflüssigten verbrauchten Materien, wenn nicht noch etwa vorhandene Lymph- oder andere Gefäße sie abführten, die jüngeren Linsenschichten und die Morgagni'sche Feuchtigkeit bei ihrem Abgange durchdringen. Weßhalb sie hier nicht verändert werden und verändernd wirken, wohin sie gelangen, wie ihre Substanzen entfernt werden, bleiben uns durchaus noch Räthsel. Aehnliches ließe sich in Betreff der anderen faserigen Gewebe anführen. Denn wenn z. B. bei den quergestreiften Muskelfasern die im Centrum des Rohrs enthaltene Gallerte, wie schon oben bemerkt wurde, durch die verbrauchten Fäden erzeugt würde, so kehrten auch hier die bei der Linse angeführten Dunkelheiten wieder. Bei den Nervenkörpern, bei den Eiern und Follikeln deuten die Veränderungen der Kernbildung ähnliche Verhältnisse im Allgemeinen an. Eine irgend genügende Kenntniß des Speciellen mangelt uns jedoch auch hier noch durchaus.

Bis auf die neuere Zeit glaubte man, daß es von dem wesentlichsten Einflusse für das Grundprincip des Ernährungsprocesses sei, ob ein Organ oder Organtheil von Blutgefäßen durchdrungen werde oder nicht, weil im erstern Falle ein

Wachsthum in der Masse, in dem letztern nur eine Vermehrung der Schichtbildung möglich ist. Die Fortschritte der Mikroskopie haben diese Ansicht nothwendigerweise etwas geändert. Wir wissen, daß überall die feinsten Blutgefäßnetze nicht den einzelnen Gewebtheilen entsprechend verlaufen, sondern daß jedes Capillarästchen oder jedes feinste Blutgefäßnetzchen einer größern oder geringern Menge neben einander liegender Gewebeelemente, z. B. einer Zahl von Muskelfasern, entspricht. Die einzelnen Fasern sind also auch von ihren Capillaren mehr oder minder entfernt. Es findet daher auch hier, nur in weit geringerm Grade das Analoge von dem, was wir in den Horngebilden, der Linse u. dgl. antreffen, Statt. Es ist uns ferner bekannt, daß jedes Gewebeelement selbstständig und aus eigener innerer Kraft wächst und daß die aus dem Blute durchschwitzende Ernährungsflüssigkeit nur das allgemeine Material, welches von den verschiedenen histiologischen Elementen ihres Verbreitungsbezirks individuell und selbstständig angeeignet und verändert wird, liefert. Nach diesen Prämissen aber erzeugt die Differenz der gefäßreichen und der sogenannten gefäßlosen Theile keinen ursprünglichen Grundunterschied in dem Wachsthum der Gewebeelemente, sondern nur primär in der Verbreitung der Ernährungsflüssigkeit und secundär in der Quantität und Qualität der Nahrungsstoffe, welche die einzelnen Gewebeelemente zur Verarbeitung aufnehmen können. Weßhalb die Horngebilde und die in analogen Verhältnissen befindlichen Gewebe schichtweise wachsen, bleibt immer erklärlich. Da bei ihnen nur von der einen Seite ihrer Matrix her Blutgefäße existiren, mithin die Ernährungsflüssigkeit auch einseitig eindringen muß, so müssen hier die neuen Restitutionsbildungen entstehen. Erst dasjenige Material, was für diese nicht verbraucht wird und was von den jungen Zellen aus ihrer eigenen Substanz abgegeben werden kann, geht in die älteren Bildungen über und trägt zu den späteren Metamorphosen derselben bei. Daher hier die jüngsten Schichten nach Innen, d. h. in möglichster Nähe der Blutgefäße liegen. Wenn sich aber bei den gefäßreichen Gewebtheilen, z. B. den Muskelfasern, die kräftigeren jüngeren Theile nach Außen, die schwächeren nach Innen befinden, so wäre dieses, obgleich den Horngebilden scheinbar entgegengesetzt, doch ganz homolog. Bei der allseitigen Umgebung mit Capillaren, bei der daher stattfindenden allseitigen Umspülung mit Ernährungsflüssigkeit, gelangten die jüngsten Restitutionsbildungen an die Peripherie, so daß die älteren immer mehr central würden. Wächst die Muskelfaser nicht an Volumen, so muß eben so viel im Centrum resorbirt, als in der Peripherie hinzugebildet werden. Statt der einseitigen, einfach linear fortschreitenden Schichtbildung der Horngewebe hätten wir im Grunde genommen auch hier eine Schichtbildung, jedoch keine geradflächige, sondern eine concentrische, wie es für die Knochen, die Zähne schon oft angenommen worden. Nach diesem Princip ließe sich vielleicht das sogenannte Primitivband oder die Achse der Nervenfasern als der älteste, verbrauchte, der dasselbe umgebende Theil des Nerveninhalts als der jüngste deuten. Da bei den Nerven ein durchaus gleichförmiges Leitungsmaterial das Haupterforderniß ist, so wäre hier eine flüssigere Fettmasse das Kräftigere, eine festere das Schwächere, Abgenutzte. Wegen der Verschiedenheit der Functionen fände hier der Consistenz nach das Umgekehrte, wie bei den Mukeln Statt. Jedenfalls müßten aber die Restitutionsbildungen in ihrer Erzeugung von der primären Bildung im Embryo abweichen.

Die bisher dargestellten Möglichkeiten ruhten auf der Voraussetzung, daß mit den Restitutionsbildungen und dem in Folge der Kraftäußerungen entstehenden Umsatze der Organe auch materielle Formveränderungen der Gewebe vor sich gehen. Man kann sich aber das Ganze noch in einer andern Art,

nämlich als Metamorphosen der Molecularbeschaffenheit denken. Ein Frosch z. B. ist darauf angewiesen, Wasser aus seiner feuchten Umgebung einzusaugen und so seine Organe in einem mit vieler Flüssigkeit durchtränkten Zustande zu erhalten, und vertrocknet, sobald er auf dem Trocknen in einer nicht sehr feuchten Atmosphäre lebt. Ein todter Frosch dürrt in heißen Sommertagen ganz aus, als wäre er, um seinen festen Rückstand zu bestimmen, absichtlich ausgetrocknet worden. Wenn wir uns einen Finger z. B. verbrennen, so erfolgt etwas Aehnliches. Wir heben den Schmerz auf, wir verhüten die Blasenbildung, wenn wir die Brandstelle anhaltend in kaltes Wasser tauchen und so einerseits die Temperatur reduciren und anderseits den normalen Durchfeuchtungszustand wiederherstellen. In den angeführten Fällen ging mehr Wasser, als für die Organisation nothwendig, ab. Wie aber der lebende Frosch im Normale wieder so viel Wasser compensirt erhält, als von ihm abgeht, so läßt sich auch etwas Aehnliches auf die organischen Stoffe übertragen. Bei jeder Maschine geht durch die Erzeugung der Kraft derselben ein Quantum von Material in einen andern zu diesem Zweck nicht mehr brauchbaren Zustand über. Es muß daher, wenn kein Stillstand eintreten soll, neue Sustanz in ursprünglicher Gestalt wieder zugeführt werden. Man denke sich die organischen Theile, welche dann in ihrer Form mehr stabil bleiben könnten, mit einer durch jeden Kraftverbrauch zersetzbaren Lösung geschwängert, so werden sie neuen Zuschusses derselben um so mehr bedürfen, und, wenn die Zersetzungsproducte sogleich abgehen, auch als Ernährungsflüssigkeit aus dem Blute um so mehr anziehen, je mehr die Energien der Organe in Anspruch genommen werden. Wahrscheinlich finden beide Ansichten ihre Realisation, und es dürfte durch die Thätigkeit der Organe bei einzelnen Geweben bald mehr ein Formumsatz, bald ein Molecularumsatz stattfinden, wie schon z. B. unter den Epithelien die Verhältnisse der Oberhaut und die des Flimmerepitheliums anzudeuten scheinen.

Bei dem ausgewachsenen und gesunden Menschen und Thiere reguliren sich die auf den verschiedenen Wegen der Nährung, der Athmung, der Hauteinsaugung u. dgl. erfolgenden Einnahmen und die Ausscheidungen in der Art, daß das totale Körpergewicht nicht verändert wird. Aller Wechsel der Materie ist daher nur auf die Erhaltung des Körpers berechnet. Anders dagegen ist es, bevor der Mensch oder das Thier den Culminationspunkt seiner Größe erreicht. Hier bleibt ein gewisses Plus im Organismus, so daß, da die Einnahmen die Ausgaben übertreffen, immer ein bestimmtes Capital zu dem Volumen und dem Gewichte des Organismus hinzukommt. Dieser letztere ernährt sich daher dann nicht nur, sondern wächst auch. Umgekehrt sehen wir im Alter, trotz des scheinbaren Normalzustandes der Ernährung, das Körpergewicht abnehmen. Was in den drei verschiedenen angeführten Fällen für die Totalsummen des Umfangs und der Schwere gilt, findet nicht immer auf die einzelnen Organe seine directe Anwendung. Ja bei manchen Systemen treten gesetzliche Veränderungen ein, welche den Normen der Metamorphosen des Totalkörpers widersprechen. Während z. B. der ganze Körper im Alter zu einem geringern Gewicht reducirt wird, erhalten z. B. die Knochen wegen der in ihnen entstehenden bedeutenderen Aschenmengen eine größere specifische Schwere.

Logisch genommen müssen wir zwei Arten des Wachsthums und der Vergrößerung, welche jedoch oft genug in der Natur mit einander verschmelzen, unterscheiden. Einerseits nämlich gehört es zur Idee eines organischen Wesens, daß es von einem kleinen Anfange durch allmälige Vergrößerung bis zu dem Culminationspunkte seiner Massenausbildung gelange und auf diesem bis zu seinem Ende verharre oder vor demselben von ihm wieder heruntersteige. Diese

Wachsthumsart können wir mit dem Namen des Entwickelungswachsthums bezeichnen. Seine Schilderung gehört nicht hierher, sondern in die Enwickelungsgeschichte. So weit es die histiologischen Verhältnisse berührt, werden wir in dem Art. Gewebe davon handeln. Die zweite Wachsthumsart bildet das Ernährungswachsthum im engern Sinne, d. h. diejenige, mehr individuelle, zu allen Lebenszeiten möglicherweise eintretende Veränderung der Masse, welche durch die Individualität, die Nahrung und andere variirende Momente bedingt wird. Die Volumensmetamorphosen beruhen hier entweder auf voller Vergrößerung einzelner Organe und Organtheile oder auf neuen Ablagerungen besonders von Fett oder auf beiden Momenten zugleich. Nur wenn bei diesen Veränderungen der Organismus gesund bleibt, kann von einem wahren Ernährungswachsthume die Rede sein. Krankhafte Ablagerungen aber, welche auf krankhaft verminderter Ausscheidung beruhen oder mit Aufzehrung des übrigen Körpers, der Lebenskräfte u. dgl. verbunden sind, gehören natürlicherweise nicht hierher. Man sieht aber bald, daß auch hier die Grenzen in Gedanken weit leichter als in der Wirklichkeit zu ziehen sind.

Die Vergrößerung der Organe durch das Ernährungswachsthum erfolgt nicht durch Vergrößerung, sondern höchst wahrscheinlich durch Vermehrung der Gewebtheile. Wenigstens zeigen sich die Mittel und selbst die Maxima der mikrometrischen Messungen der Muskelfasern, der Nervenfasern u. dgl. bei einem starken Manne nicht größer als bei einem schwächlichen, abgezehrten Mädchen. Die Knochenkörperchen erscheinen in einem starken gesunden Knochen nicht größer als in einem schwachen, wiewohl die Menge der in diesen Körperchen und Strahlen derselben befindliche Kalkmasse allerdings variirt. Rücksichtlich der faserigen Gewebe scheint es sogar, als wenn bei kräftigeren Thieren die untergeordneten Theile ausgebildeter seien, wie z. B. die Nervenbündel am meisten andeuten. Außer dieser die Gewebe selbst betreffenden Vergrößerung kann noch als zweite Art die Volumensvermehrung durch Ablagerung von Fett stattfinden. Mit Ausnahme derjenigen Fettmassen, welche als nothwendiges weiches Polster immer vorhanden sind, wie z. B. in der Augenhöhle, am M. buccinatorius und zum Theil unter der Haut, bildet das Fett einen variablen Bestandtheil, dessen Anhäufung von Ernährungsverhältnissen abhängt. Wie es entstehe und wozu es zu Zeiten der Noth verbraucht werde, werden wir in dem chemischen Theile dieses Artikels besprechen. Hier nur noch die Bemerkung, daß Vermehrung des Fetts und normale, durch bessere Ernährung erfolgende Vergrößerung der Organe zwei sehr verschiedene Dinge sind. Wie schon der weibliche Organismus, dessen gerundetere Formen vorzugsweise durch größern Reichthum des subcutanen Fetts hervorgerufen werden, beweis't, stehen Fettheit und größere Energie nicht nur in keinem geraden, sondern oft in einem zum Theil entgegengesetzten Verhältnisse, während ächte quantitative und qualitative Vermehrung der Organe auch mit größerer Thatkraft gleichen Schritt hält. Die erste Fettablagerung scheint in Zellen vor sich zu gehen. Wenigstens nimmt man in dem subcutanen Zellgewebe magerer Personen die Fetttropfen in dem Zelleninhalte und um den Kern wahr. Später zeigen sich die Oeltropfen oder die Stearinmassen oder die gemischten Fettablagerungen in zellgewebigen mit zahlreichen Blutgefäßnetzen versehenen Bälgen.

2) Mengenverhältnisse der Ernährungserscheinungen. — Hier haben wir zunächst eine vollkommene Haushaltsrechnung mit dem Organismus abzuschließen. Es ist zu bestimmen, wie viel er durch Speise, Trank und auf andere Weise binnen einer gewissen Zeit einnimmt, wie viel er dann innerhalb derselben Zeit durch Urin, Koth, Haut- und Lungenabsonderung und

andere Secrete ausgiebt. Bleibt hierauf noch ein Ueberschuß und hat in entsprechendem Verhältnisse das Körpergewicht zugenommen, so können wir mit Recht schließen, daß jenes Differenzquantum zu dem mit der Ernährung stattgefundenen Wachsthum verwendet worden. Hat sich dagegen das Körpergewicht nicht vermehrt, so müssen die entfernten Stoffe den eingenommenen gleichen. Alle Materien, mit Ausnahme derer, welche nicht metamorphosirt den Darmkanal durchlaufen und unverändert mit dem Kothe abgehen, müssen einen Theil des Körpers durchsetzt und dort, so viel es Zeit und Umstände ererlaubten, zur Erhaltung, wenn auch nicht zur Vermehrung der Organe beigetragen haben.

Während die Bestimmung der eingenommenen Nahrungsmittel gar keine Schwierigkeit hat, ist die Controlle desjenigen, was auf anderen Wegen durch Einsaugung in den Körper kommt, mit Präcision kaum anzustellen. Eben so wird es möglich, die Mengen des Urins und des Koths anzugeben; schwieriger schon ist es, die Quanta der Hautabschuppung mit den Residuen des Schweißes und wiederum nur mehr schätzungsweise die Mengen dessen, was durch Hautausdünstung, durch Lungenausdünstung, durch Schleim der Nase, der Genitalien, durch Ohrenschmalz, durch Thränen u. dgl. abgeht, zu bestimmen. Daher beschränken sich auch sowohl die älteren hierher gehörenden Versuche von Sanctorius, Dodart, Keil, als die neueren von Dalton und Liebig darauf, daß einerseits Speise und Trank und anderseits Urin und Koth dem Gewichte nach bestimmt wurden. Da diese Beobachtungen nur die Totalsummen der genannten Objecte und die organischen Elemente derselben betreffen, so hielt ich es für ersprießlich, eine ähnliche Versuchsreihe mit Hinzufügung specieller chemischer Untersuchungen über die Aschenmengen und die einzelnen feuerbeständigen Körper zu unternehmen. Dieser letztere Zweck aber bestimmte mich, die Beobachtungen nicht am Menschen, sondern am Pferde anzustellen. Sollen Experimente der Art bei dem Menschen, der unregelmäßiger kothet, sichere Resultate geben, so müßte man Wochen lang mit derselben einförmigen Diät fortfahren, weil sonst eine fast unübersehbare Reihe chemischer Untersuchungen nöthig wäre. Eine solche einförmige anhaltende Diät, z. B. aus Brod oder Kartoffeln oder Fleisch und Wasser, kann, auf die Dauer beobachtet, keine Normalverhältnisse hervorrufen. Bei dem Pferde hat man den doppelten Vortheil, daß es einerseits häufiger binnen 24 Stunden seine Excremente entleert, daß von diesen eine größere zu Aschenanalysen geeignete Menge vorhanden ist, daß man daher den Versuch nur wenige Tage fortzusetzen braucht und daß man anderseits ohne Veränderung der Lebensart des Thiers eine ziemlich einförmige, chemisch genau zu bestimmende Diät festsetzen kann. Von diesen Grundsätzen geleitet, habe ich folgende hierher gehörende Untersuchungsreihe vorgenommen [1]).

Eine vierjährige vollkommen gesunde Stute von 5 Fuß 1½ Zoll Bernermaß Schulterhöhe, welche noch nicht geworfen hatte und die als Artilleriepferd gebraucht wurde, wurde eine Zeit lang mit den bald anzugebenden Rationen von Heu und Hafer gefüttert und erhielt auch ungefähr dieselben, jedoch nicht genau abgemessenen Mengen Trinkwassers. An den drei Beobachtungstagen, welche von dem 16ten November 1840 um 8 Uhr Morgens bis zum 19ten

---

[1]) Der Einwand, daß solche Versuchsreihen nur individuelle, nach Größe, Constitution, Nahrung 2c. wechselnde Fälle behandeln, ist zwar allerdings richtig. Es ist daher auch nie möglich, hier absolute, allgemein gültige Zahlen zu erhalten. Dagegen liefern sie einen ungefähren Ueberblick über die Quantitätsverhältnisse der Schwankungen der Ernährungs-, Ab- und Aussonderungsverhältnisse, und sind allein geeignet, Basen für fernere Schätzungsschlüsse und auf diesen beruhende Ansichten zu liefern.

November um 8 Uhr früh dauerten und während welcher die Temperatur zwischen — 2,6 und + 6° C. schwankte, erhielt das Thier innerhalb des Zeitraums von je 24 Stunden 60 Pfund Berner Civilgewicht Trinkwasser (1 Pfd. = 500 Gram.), 20 Pfd. Heu und 4 Pfd. Hafer. In dem Heu, welches von einem Conglomeratboden (dem Falkenplätzchen bei Bern) stammte, befanden sich Holcus lanatus, Ranunculus acris, Trifolium pratense, Plantago lanceolata, Briza media, Cerastium arvense, Scabiosa arvensis und vorherrschend Avena elatior, Avena flavescens, Poa pratensis und Dactylis glomerata. Das Heu sowohl als der Hafer waren lufttrocken. Während der drei Beobachtungstage saß stets eine mit den nöthigen Geräthschaften versehene Person, um sogleich Koth und Excremente vollständig aufzufangen. Die innerhalb 24 Stunden gesammelten Mengen wurden dann quantitativ bestimmt [1]. Mit dem Namen Tag ist in dieser ganzen Untersuchungsreihe ein Zeitraum von gerade 24 Stunden gemeint.

Es ergab sich:

	Tägliche Ration.				Tägliche Ausleerung.		
	Trinkwasser.	Heu.	Hafer.	Totalgewicht	Urin.	Koth.	Totalgewicht
Erster Tag...	60 Pfd.	20 Pfd.	4 Pfd.	84 Pfd.	8 Pfd.	36 Pfd.	44 Pfd.
Zweiter Tag..	60 Pfd.	20 Pfd.	4 Pfd.	84 Pfd.	10 Pfd.	34 Pfd.	44 Pfd.
Dritter Tag..	60 Pfd.	20 Pfd.	4 Pfd.	84 Pfd.	12 Pfd.	33 Pfd.	45 Pfd.

Die Excremente verhielten sich während der drei Tage ihrem äußern Ansehen nach ziemlich gleich. Der Urin der beiden ersten Tage bot nichts Ungewöhnliches dar. Die ersten Portionen waren wie gewöhnlich heller, die letzteren durch die entleerten krystallinischen Kugeln getrübt und braungelb (fast bierähnlich). In dem Harne des dritten Tags zeigte sich außer dem braungelben gewöhnlichen Bodensatze ein weißgelber specifisch leichterer Niederschlag, der unter dem Mikroskope säulenförmig zugespitzte Krystalle darbot. Diese gingen zum Theil durch ein gröberes Filtrum, während die krystallinischen Kugeln nebst den größeren Krystallen auf demselben zurückblieben. Die chemische Untersuchung erwies sie als kohlensauern Kalk mit einer vielleicht künstlichen Beimischung einer äußerst geringen Menge von kohlensauerm Talk ohne Spur von Schwefel-, Phosphor- und Chlorwasserstoffsäure.

Das Körpergewicht des Thiers betrug am vierten Tage der Versuchsreihe 855 Pfund und nachdem dieselbe Kost fortgesetzt worden, 10 Tage später 845 Pfund. Diese Differenz ist verhältnißmäßig so gering, daß sie leicht nur durch Unterschiede des noch im Körper zurückgehaltenen Urins und Koths erzeugt worden sein kann. Es ist auch für die hier darzustellenden Untersuchungen ganz

---

[1]) Ich halte es für meine Pflicht, Herrn Koller, Professor an der hiesigen Thierarzneischule, meinen besten Dank öffentlich abzustatten, da derselbe die Sorge für diese nothwendigen Vordata nicht nur bereitwillig übernahm, sondern selbst zwei Nächte bei dem Pferde wachte und mir überhaupt alle zu dieser Untersuchung nöthigen Materialien mit der größten Pünktlichkeit verschaffte.

gleichgültig, ob das Thier bei der angegebenen Kost abmagert oder nicht. Von größerer Bedeutung ist dagegen, daß es sicher an Körpergewicht nicht zunahm. Nehmen wir das letztere zu 850 Pfund an, so betrug die Totalsumme der täglich eingenommenen Nahrungsmittel ungefähr $^1/_{10}$; die Menge des täglichen Urins $^1/_{112}$ bis $^1/_{85}$ bis $^1/_{70}$; die des Koths $^1/_{24}$ bis $^1/_{25}$ bis $^1/_{26}$; die der Lungenausdünstung, der Hautausdünstung und der anderen fortgehenden Absonderungen $^1/_{21}$ bis $^1/_{22}$ des Körpergewichts.

Am ersten und am zweiten Tage waren also dem Totalgewicht nach 40 Pfund, am dritten 39 Pfund, im Mittel 39,66 Pfund weniger durch Urin und Koth ausgeleert worden, als das Thier durch Getränk und Speise eingenommen hatte. Die Summe der beiden letzteren verhielt sich zur Summe der genannten Ausleerungen am ersten und zweiten Tage = 1 : 0,523, am dritten Tage = 1 : 0,535; im Mittel daher = 1 : 0,528. Es kam so auf die Lungen-, die Hautausdünstung, die nicht mit Urin und Koth abgehenden Absonderungsproducte oder, wie die Alten diese sämmtlichen Momente zusammengenommen nannten, auf die Perspiration — ein Ausdruck, den wir auch seiner Kürze wegen in der Folge gebrauchen werden — und auf die Ernährung im Mittel 0,472.

Vergleichen wir nun mit diesen Resultaten die von Anderen bei dem Menschen erhaltenen Zahlen, so ergiebt sich, daß im Allgemeinen dieser bald verhältnißmäßig weniger, bald mehr als das Pferd durch Urin und Excremente zusammengenommen ausleert. Sanctorius (De statica medicina aphorismorum sectiones VII Cum commentario m. Lister. L. B. 1703. 12. p. 5. Editio Noguez. Parisiis 1725. 8. Tom. I. p. 13. Kaau perspiratio dicta Hippocratis. L. B. 1738. 8. p. 35.) berechnet, daß im Allgemeinen von dem Menschen innerhalb eines Tages 8 Pfund Speise und Getränk eingenommen, 3 Pfund durch Urin und Koth entleert und 5 Pfund durch die Perspiration entfernt werden. Dobart (Medicina statica gallica. p. 222.), welcher seine Beobachtungen an einem 33jährigen, magern, lebhaften, gesunden Menschen anstellte, fand das Verhältniß der eingenommenen Nahrungsmittel zu den durch Urin und Koth entleerten Mengen = 15 : 10 bis 15 : 12. Auf noch größere Zahlen kam Keill (Medicina statica Brittanica. p. 323.). Er rechnet für die mittlere tägliche Kothentleerung 5 ℥, für die Menge des Harnes 2 Pfund und fast 6 ℥, für die Perspiration 31 ℥. Dalton (Müller's Physiologie. Dritte Auflage. Bd. I. S. 577.) fand bei 91 ℥ täglicher Nahrung im März im Durchschnitt 48,5 ℥ Harn, 5 ℥ Faeces und 37,5 ℥ Perspiration, im Junius 51,5 ℥ Harn, 1 ℥ Excremente und 44 ℥ Perspiration, und im September die Hälfte sensible Ausleerung, die Hälfte Perspiration. Legen wir nun die Totalsumme der eingenommenen Speisen und Getränke als Einheit zum Grunde, so haben wir *):

---

[1]) Ich habe hier nur die wichtigsten Beobachter angeführt. Ueber ähnliche Erfahrungen von Rye, Gorter, Hartmann, Eining, Martins, Stark, Sauvages, Robinson, s. Burdach Physiologie. Bd. V. S. 198. Vgl. auch Tiedemann Physiologie. Bd. III. S. 5 u. 6. Auf die das Pferd und die Kuh betreffenden Erfahrungen von Boussingault werden wir in der Folge ausführlicher zurückkommen.

Beobachter	Sensible Ausleerung	Perspiration	Species
1) Sanctorius .	0,375	0,625	Menschen
2) Dobart			
Maximum	0,400	0,600	»
Minimum	0,444	0,556	»
3) Keill	0,530	0,470	»
4) Dalton			
Im März ...	0,588	0,412	»
Im Junius ..	0,544	0,456	»
Im September	0,500	0,500	»
Mittel . .	0,483	0,517	Menschen
5) Mittel	0,528	0,472	Pferde.

Hielten wir uns nur an die älteren Mittelzahlen von Sanctorius und Dobart, so könnten wir folgern, daß im Mittel die Menge der sensiblen Ausleerungen bei dem Menschen geringer als bei dem Pferde ist. Ließe sich dieses bestimmt darthun, so fände sich ein plausibler Grund dafür in dem Umstande, daß bei der rein vegetabilischen Nahrung des Pferdes viele Pflanzenstoffe, vorzüglich in an Kieselsäure und kieselsäurehaltigen Verbindungen reichen Theilen, unverdaut durch den Darmkanal hindurchgehen. Allein schon Keill kommt auf Mittelzahlen, welche denen des Pferdes sehr nahe stehen. Dalton's Größen übertreffen sogar dieselbe. Wie man übrigens aus obiger Tabelle sieht, fanden Keill und Dalton relativ weit größere Quanta der sensiblen Ausleerungen als Sanctorius und Dobart. Diese Unterschiede beruhen vorzüglich auf den größeren Harnmengen der beiden englischen Forscher. Ob dieses durch Klimaeigenthümlichkeiten, besonders die feuchte Luft, welche im Allgemeinen Paris und Padua in dem Grade nicht zukommt, beruhe, steht dahin.

Unzweifelhaft dagegen entleert das Pferd viel mehr Mist und weniger Urin, der Mensch umgekehrt mehr Urin und weniger Koth. Nach den oben angeführten, bei dem Pferde angestellten Wägungen verhielt sich die Menge des gelassenen Harnes zu der des entleerten Kothes am ersten Tage = 1 : 4,50; am zweiten Tage = 1 : 3,40 und am dritten Tage = 1 : 2,75, also im Mittel = 1 : 3,55. Halten wir uns dagegen an die von Dalton im Monat März gefundenen Mittelzahlen, so haben wir ein Verhältniß des Harns zum Kothe = 1 : 0,10. Wir werden übrigens auf diesen größern Reichthum der Excremente bei dem Pferde bei Gelegenheit der entleerten Quanta von Wasser wieder zurückkommen.

Ich stellte es mir nun als Hauptziel der oben erwähnten Versuchsreihe, bei dem Pferde durch chemische Analysen zu bestimmen, wie viel von den Bestandtheilen der Aschen der eingenommenen Stoffe durch Urin und Koth wieder abgingen und wie viel auf Perspiration und Ernährung kämen. Indirect ergaben sich hierbei die Mengen des Wassers und der flüchtigen organischen Stoffe. Bei der Darlegung der so gewonnenen Resultate müssen wir zwei Hauptabtheilungen machen. In der ersten derselben werden wir von den Aschenmengen überhaupt, in einer zweiten spätern von den einzelnen Bestandtheilen derselben handeln.

I. Totalmengen des Wassers, der organischen Stoffe und der Aschen. — Von sämmtlichen hierher gehörenden Objecten wurden zuerst die festen Rückstände bestimmt und diese dann, mit Ausnahme des Residuums des Trinkwassers, im Platintiegel verascht.

A. Einnahme. — 1) Trinkwasser. — 52,130 Grm. gaben 0,027 Grm. = 0,051 % festen Rückstandes. — 47,465 Grm. lieferten 0,024 Grm. = 0,050 % festen Rückstandes. — 34,928 Grm. gaben 0,0185 Grm. = 0,053 % festen Rückstandes. — Wir haben daher im Mittel 0,051 % Rückstand. — 100 Theile Trinkwasser enthielten daher 99,949 Theile reinen Wassers und 0,051 Salze.

2) Heu. — 4,144 Grm. des lufttrocknen Heues, wie es zur Fütterung angewendet wurde, gaben nach dem Trocknen 3,660 Grm.; hatten also durch das schärfere Trocknen 3,484 Grm. = 11,67 % verloren. Liebig und Will (die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschweig, 1840. 8. S. 13.) fanden in dem lufttrocknen Heu 11,2 % Wasser. Es versteht sich von selbst, daß diese Unterschiede durch die mehr zufällige feuchtere oder trockne Beschaffenheit des Futterheues bedingt werden.

2,225 Grm. des frischen Heues, wie es zum Futter diente, gaben 0,134 Grm. = 6,02 % reiner weißer, mit einem Stich ins Graue versehener Asche. Waren nun in dem vorliegenden Futterheu 11,67 % Wasser enthalten, so lieferte das bei 100° getrocknete Heu 6,81 % Asche. Liebig und Will (am a. O. S. 13 u. 163.) kommen auf 6,82 %.

100 Theile des zum Futter gebrauchten lufttrocknen Heues enthielten daher 11,67 Wasser, 82,31 feuerflüchtige organische Stoffe und 6,02 Asche.

3) Hafer. — 9,838 Grm. lufttrockenen Hafers, wie er zur Fütterung des Pferdes verwendet wurde, gaben nach dem Trockenen 8,641 Grm.; hatten also 1,192 Grm. = 12,12% Feuchtigkeit verloren.

3,414 Grm. lufttrockenen Hafers gaben 0,106 Grm. = 3,10% Asche. — 3,097 Grm. lieferten 0,098 Grm. = 3,16% Asche. Wir haben daher im Mittel 3,13 % Asche. Th. von Saussure[1]) fand in dem bei 20° R. getrockneten Hafer 3,1% Asche.

100 Theile lufttrockenen Hafers enthielten daher 12,12 Wasser, 84,75 feuerflüchtige organische Stoffe und 3,13 Asche.

Reduciren wir nun diese gefundenen procentigen Zahlen auf die in der täglichen Ration enthaltenen Gewichtsmengen, so haben wir:

Bestandtheile	In 100 Theilen			In der täglichen Ration			Totalsumme
	Trinkwasser	Heu	Trinkwasser.	Trinkwasser ℔	Heu ℔	Hafer ℔	℔
Wasser	99,949	11,67	12,12	59,9694	2,3340	0,4848	62,7882
Flüchtige Stoffe	» » »	82,31	84,75	» » » »	16,4620	3,3900	19,8520
Asche	0,051	6,02	3,13	1,0306	1,2040	1,1252	1,3598
	100,000	100,00	100,00	60,0000 ℔	20,0000 ℔	4,0000 ℔	84,0000 ℔

[1]) Chemische Untersuchungen über die Vegetation. Uebersetzt von Voigt. Leipzig 1805. 8. Tafel der Einäscherungen Nr. 66.

B. Ausleerungen. — Da der feste Rückstand des Urins so äußerst hygroskopisch war, daß er möglichst gut getrocknet selbst während des Abwägens an Gewicht zunahm, so mußte er, um größere Fehler zu verhüten, immer ein wenig angebrannt werden. Die Zahlen des Wassers und des festen Rückstandes sind daher bei ihm nur möglichst approximativ. Um in Betreff der Aschen keine Fehler zu erhalten, wurde der abgewogene feste Rückstand sogleich im Platintiegel verascht. Da der zuerst abgehende Harn des Pferdes klarer, der zuletzt ausgeschiedene vorzüglich wegen der beigemischten krystallinischen Kugeln trüb ist, so wurde die Gesammtmasse des Harnes eines jeden der Tage gesammelt und, ehe die Proben entnommen wurden, tüchtig herumgerührt, um eine möglichst gleichförmige Vertheilung der Gemengsubstanzen zu erzielen. Eben so wurde die Probeportion, ehe ich die kleineren Verdampfungsproben entnahm, möglichst durchrührt und durchschüttelt. Von den Excrementen entnahm ich von den dem freien Auge am heterogensten erscheinenden Stellen drei Proben.

Erster Tag.

1) Excremente. — Entleert 36 Pfd. — I. 8,853 Grm. frischen Mistes gaben 1,537 Grm. = 17,36% festen Rückstandes. 1,306 Grm. des letztern lieferten 0,137 Grm. = 10,49% Asche.

II. 12,064 Grm. frischer Excremente gaben 2,195 Grm. = 18,19% festen Rückstandes. — 2,104 Grm. des letztern lieferten 0,213 Grm. = 10,12% Asche.

III. 7,202 Grm. frischen Kothes lieferten 1,334 Grm. = 18,52% festen Rückstandes. — 1,498 Grm. des letztern gaben 0,149 Grm. = 9,95% Asche.

Im Mittel fanden sich daher 18,02% festen Rückstandes.

Nach diesen Datis haben wir daher:

Bestandtheile	Analysen I.	Analysen II.	Analysen III.	Mittel	In 36 ℔ entleerten Mistes
Wasser	82,64	81,81	81,48	81,98	29,5128
Flüchtige Stoffe	15,54	16,35	16,68	16,19	5,8284
Asche	1,82	1,84	1,84	1,83	0,6588
	100,00	100,00	100,00	100,00	36,0000

Die Totalquantitäten sind hier, wie bei allen folgenden Analysen nach dem gefundenen Mittel berechnet.

2) Urin. — Entleert 8 ℔. — 41,831 Grm. trüben Urins gaben 0,630 Grm. = 1,50% Concremente. — 25,112 Grm. trüben Urins enthielten 0,407 Grm. = 1,62% Concremente. — 40,890 Grm. Harn führten 0,548 Grm. = 1,34% Concremente.

Im Mittel enthielt daher der frische, durchrührte, trübe Harn 98,51 klare Urinflüssigkeit und 1,49% Concremente. — Auf die 8 ℔ Harns, welche am ersten Tage entleert worden waren, kamen daher 7,8808 ℔ klaren Urins und 0,1192 ℔ = 3,8144 Loth Concremente.

I. 11,559 Grm. frischen Urins lieferten 0,875 Grm. = 7,56% festen Rückstandes. — 0,748 Grm. des letztern gaben 0,320 Grm. = 42,78% Asche.

II. 11,235 Grm. frischen Harns gaben 0,921 Grm. = 8,19% festen Rückstandes. — 0,656 des letztern lieferten 0,318 Grm. = 48,47% Asche.

III. 13,168 Grm. frischen Harns hatten 0,968 Grm. = 7,35% festen Rückstandes. — 0,845 Grm. des letztern lieferten 0,355 Grm. = 42,01% Asche.

IV. 21,618 Grm. frischen Urins gaben 1,670 Grm. = 7,72%. — Die Aschenprobe verunglückte hier.

Bei diesen Bestimmungen der festen Rückstände und der Aschen, so wie bei denen der folgenden Harne wurde der geschüttelte trübe Urin, wie er entleert wurde, genommen. Die Rückstände sowohl, als die Aschen enthalten daher die Concremente mit eingeschlossen. Zur Veraschung konnten nur kleinere Quantitäten genommen werden, weil alle diese Urinrückstände sich bei dem Verkohlen nach dem Schmelzen ungemein aufblähen.

Nach den angeführten Datis haben wir daher:

Bestandtheile	Analysen I.	II.	III.	IV.	Mittel	In 8 ℔ entleerten Urins
Wasser	92,44	91,81	92,65	92,28	92,30	7,3840
Flüchtige Stoffe	4,33	4,22	4,26	7,72	4,27	0,3416
Asche	3,23	3,79	3,09		3,43	0,2744
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	8,0000 ℔

Da bei Nro. IV. die speciellen Mengen der flüchtigen Stoffe nicht erhalten wurden, so wurden zu dem berechneten Mittel nur Nro. I, II und III gebraucht. — Da ferner das Mittel der Concremente 1,49% betrug, so enthielt der klare Harn im Mittel, wenn man noch Nro. IV hinzurechnet, 6,22% festen Rückstandes. Nun ergab sich mir bei Gelegenheit anderer Analysen der Concremente des Pferdeharnes ein mittlerer Aschengehalt von 91,17%. Folglich enthalten 1,49% Concremente 1,36% Asche. Es kommen daher auf den klaren Harn 2,07% Asche.

Zweiter Tag.

1) Excremente. — Entleert 34 ℔. — I. 8,192 Grm. frischen Mistes gaben 1,561 Grm. = 19,05% festen Rückstandes. 1,528 des letztern lieferten 0,135 = 8,83% Asche.

II. 10,318 Grm. frischer Excremente gaben 1,689 Grm. = 16,37% trockenen Rückstandes. 1,675 Grm. des letztern erzeugten 0,151 Grm. = 9,01% Asche.

III. 8,701 Grm. frischen Mistes gaben 1,458 Grm. = 16,75% trockenen Rückstandes. 1,397 Grm. des letztern lieferten 0,119 Grm. = 8,52% Asche.

Wir haben daher:

Bestandtheile	Analysen I.	II.	III.	Mittel	In 34 ℔ entleerter Excremente
Wasser	80,95	83,63	83,25	82,61	28,0874
Flüchtige Stoffe	17,37	14,90	15,32	15,86	5,3924
Asche	1,68	1,47	1,43	1,53	0,5202
	100,00	100,00	100,00	100,00	34,0000 ℔

2) Urin. — Entleert 10 ℔. — 38,210 Grm. trüben Urins gaben 0,525 = 1,37% Concremente. — 24,429 Grm. trüben Harns lieferten 0,364 Grm. = 1,49% Concremente. — 32,320 Grm. trüben Urins führten 0,532 Grm. = 1,64% Concremente.

Im Mittel enthielt daher der gelassene Urin 98,50% klaren Harn und 1,50% Concremente. — Auf die 10 ℔ entleerten Harns kamen daher 9,85 ℔ klaren Urins und 0,15 ℔ = 4,80 Loth Concremente.

I. 11,993 Grm. frischen trüben Urins gaben 1,014 Grm. = 8,45% trockenen Rückstandes. — 0,785 Grm. des letztern lieferten 0,337 Grm. = 42,93% Asche.

II. 11,570 Grm. Urins hatten 0,877 Grm. = 7,58% festen Rückstandes. — 0,799 Grm. des letztern erzeugten 0,389 Grm. = 48,68% Asche.

III. 10,035 Grm. frischen Urins lieferten 0,851 Grm. = 8,48% festen Rückstandes. — 0,619 Grm. des letztern bildeten 0,269 Grm. = 43,45% Asche.

IV. 15,815 Grm. frischen Harns gaben 1,220 Grm. = 7,71% festen Rückstandes. — 0,823 Grm. des letztern lieferten 0,380 Grm. = 46,17% Asche.

Wir haben daher:

Bestandtheile	Analysen I.	II.	III.	IV.	Mittel	In 10 ℔ entleerten Mistes
Wasser	91,55	92,42	91,52	92,29	91,94	9,1945
Flüchtige Stoffe	4,83	3,89	4,80	4,15	4,42	0,4418
Asche	3,62	3,69	3,68	3,56	3,64	0,3637
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	10,0000 ℔

Da das Mittel der festen Rückstände 8,055% und das Mittel der Concremente 1,50% betrug, so ergiebt sich hieraus für den klaren Harn ein fester Rückstand von 6,555%. Bei einem Versuche, den ich mit Verdampfung des von den Concrementen abfiltrirten Harns anstellte, erhielt ich von 31,788 Grm. klaren Urins 2,147 Grm. = 6,75% festen Rückstandes. Da nach dem oben angeführten Mittel 1,50% Concremente 1,36% Asche enthalten, so betrug die Asche des festen Rückstandes des klaren Harnes 2,277%.

Dritter Tag.

1) Excremente. — Entleert 33 ℔. — I. 11,467 Grm. frischen Mistes gaben 2,317 Grm. = 20,20% festen Rückstandes. — 2,288 Grm. des letztern lieferten 0,208 Grm. = 9,09% Asche.

II. 22,392 Grm. frischer Excremente hatten 4,454 Grm. = 19,89% trockenen Rückstandes. — 3,071 Grm. des letztern gaben 0,278 Grm. = 9,05% Asche.

III. 25,039 Grm. frischen Kothes lieferten 4,548 Grm. = 18,16% festen Rückstandes. — 4,194 Grm. des letztern enthielten 0,345 Grm. = 8,22% Asche.

Wir haben daher:

Bestandtheile	Analysen I.	II.	III.	Mittel	In 33 ℔ entleerter Excremente
Wasser	79,80	80,11	81,84	80,58	26,5914
Flüchtige Stoffe	18,36	18,09	16,67	17,71	5,8443
Asche	1,84	1,80	1,49	1,71	0,5643
	100,00	100,00	100,00	100,00	33,0000 ℔

2) Urin. — Entleert 12 ℔. — Dieser Urin bot, wie schon erwähnt wurde, die Eigenthümlichkeit dar, daß er eine hellere Farbe wie gewöhnlich hatte. Stand er ruhig, so setzten sich zuerst die röthlich gelben Concremente und auf diesen ein gelbweißer Niederschlag ab. Der letztere bestand, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, aus kleinen säulenförmigen, mit Endzuspitzungsflächen versehenen Krystallen, die theils durch das Filtrum hindurchgingen, theils mit den Concrementen auf demselben zurückblieben. Daher es nur möglich war, die Concremente sammt den größeren Kryställchen zu isoliren und quantitativ zu bestimmen. Durch Schlämmen gelang es, eine Masse, welche größtentheils aus den genannten Krystallen und nur sehr wenigen und vereinzelten Kugeln der kleinsten Art bestand, zu erhalten. Die chemische Untersuchung dieser Masse zeigte eine überaus vorherrschende Masse von kohlensauerem Kalke mit einer geringen Menge von kohlensauerer Bittererde. Alle Spur von schwefelsaueren oder phosphorsaueren Salzen fehlte aber durchaus. Es waren daher Krystalle von reinem kohlensaueren Kalke.

22,838 Grm. frischen Urins gaben 0,251 Grm. = 1,09% Concremente und größere Krystalle. — 25,715 Grm. frischen Harnes lieferten 0,614 Grm. = 2,39% Concremente und größere Krystalle. — 19,981 Grm. frischen Harnes gaben 0,408 Grm. = 2,04% Concremente und größere Krystalle.

Im Mittel enthielt daher der frisch gelassene Urin 98,61% Urinflüssigkeit und kleinere Krystalle und 1,84% Concremente nebst größeren Krystallen.

I. — 12,146 Grm. frischen trüben Harnes gaben 0,916 Grm. = 7,54% festen Rückstandes. — 0,886 Grm. dieses letztern lieferten 0,420 Grm. = 47,40% Asche.

II. 19,993 Grm. frischen Urins gaben 1,602 Grm. = 8,01% festen Rückstandes. — 1,437 Grm. des letztern enthielten 0,692 Grm. = 48,15% Asche.

III. 22,104 Grm. frischen Urins gaben 1,620 Grm. = 7,33% trockenen Rückstandes. — 1,399 Grm. des letztern enthielt 0,728 Grm. = 52,04% Asche.

IV. 15,650 Grm. frischen Harnes gaben 1,140 Grm. = 7,29% festen Rückstandes. — 0,751 Grm. des letztern hatten 0,376 Grm. = 50,07% Asche.

Wir haben daher:

Bestandtheile	Analysen I.	II.	III.	IV.	Mittel	In 12 ℔ entleerten Urins
Wasser	92,46	91,99	92,67	92,71	92,46	11,0952
Flüchtige Stoffe	3,97	4,16	3,52	3,64	3,82	0,4584
Asche	3,57	3,85	3,81	3,65	3,72	0,4464
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	12,0000 ℔

Ehe wir nun zu der Betrachtung der organischen Bestandtheile und den quantitativen Analysen der einzelnen Aschen übergehen, müssen wir die bis jetzt gewonnenen Resultate übersichtlich zusammenstellen. In der folgenden Tabelle findet sich die vollständige Abrechnung in Betreff dessen, was täglich durch die Nahrungsmittel eingenommen und was durch Excremente und Urin ausgegeben worden, wie viel daher von Wasser, von organischen Stoffen und von feuerbeständigen (z. Thl. mit gebildeter Kohlensäure verbundenen) Bestandtheilen für Perspiration und Ernährung geblieben ist[1]).

[1]) Es versteht sich von selbst, daß, da die organisch sauren Salze in kohlensauere verwandelt werden, die Aschenbestimmungen der sensiblen Ausleerungen wie die der Nahrungsmittel etwas zu groß ausfallen. Um nicht subjective Schätzungen einzuschwärzen, habe ich hier alle Correction der Zahlen unterlassen und daher auch nicht die Rectification, die wir in der Folge bei den einzelnen Aschenbestandtheilen kennen lernen werden, schon hier einfließen lassen.

Tag.	Bestandtheile.	Einnahme. (In ℔ à 500 Grm.)				Ausgabe. (In ℔ à 500 Grm.)			
		Trinkwasser	Heu	Hafer	Totalsumme	Excremente	Harn	Totalsumme	Perspiration
I.	Wasser. .	59,9694	2,3340	0,4848	62,7882	29,5128	7,3840	36,8968	25,8914
	Flüchtige Stoffe.	» » » »	16,4620	3,3900	19,8520	5,8284	0,3416	6,1700	13,6820
	Asche. . .	0,0306	1,2040	1,1252	1,3598	0,6588	0,2744	0,9332	0,4266
		60 ℔	20 ℔	4 ℔	84 ℔	36 ℔	8 ℔	44 ℔	40 ℔
II.	Wasser. .	Wie am ersten Tage.				28,0874	9,1945	37,2819	25,5063
	Flüchtige Stoffe.					5,3924	0,4418	5,8342	14,0178
	Asche. . .					0,5202	0,3637	0,8839	0,4759
						34 ℔	10 ℔	44 ℔	40 ℔
III.	Wasser. .	Wie am ersten Tage.				26,5914	11,0952	37,6866	25,1016
	Flüchtige Stoffe.					5,8443	0,4584	6,3027	13,5493
	Asche. . .					0,5643	0,4464	1,0107	0,3491
						33 ℔	12 ℔	45 ℔	39 ℔
Mittel des zweiten und dritten Tages.	Wasser. .					27,3394	10,1449	37,4842	25,3040
	Flüchtige Stoffe.					5,6183	0,4501	6,0685	13,7835
	Asche. . .					0,5423	0,4050	0,9473	0,4125
						33,5 ℔	11 ℔	44,5 ℔	39,5 ℔
Mittel aller drei Tage.	Wasser. .					28,0639	9,2246	37,2884	25,4997
	Flüchtige Stoffe.					5,6883	0,4139	6,1023	13,7497
	Asche. . .					0,5811	0,3615	0,9426	0,4172
						34,3333 ℔	10 ℔	44,3333 ℔	39,6666 ℔

Aus dieser Tabelle ergeben sich rücksichtlich der Ernährungsverhältnisse für den uns vorliegenden individuellen Fall folgende Schlüsse:

1) An allen drei Tagen wurde durch den Koth eine weit größere Menge Wassers, als durch den Harn entleert. Am ersten Tage verhielt die Wassermenge des Urins zu der der Excremente sich fast gerade wie 1 : 4, am zweiten beinahe = 1 : 3, am dritten fast wie 1 : 2,4. Dieser Umstand rührt offenbar davon her, daß hier in 24 Stunden eine weit größere Menge von Mist als von Harn entleert wird. Bei dem Menschen findet wegen der viel sparsameren Excrementeaussonderung das Umgekehrte statt. Legen wir die oben angeführten, von Dalton gefundenen Mittelzahlen zum Grunde, so enthalten 48,5 ℥ täglichen Urins à 93% 45,105 ℥ Wasser und 5 ℥ Faeces à 75% 3,75 ℥ Wasser. Es verhält sich mithin die Wasserquantität im Harn zu der in den Excrementen = 1 : 0,08. Es bleibt zu untersuchen, ob vielleicht alle Pflanzenfresser sich mehr den Verhältnissen des Pferdes, die von animalischer oder gemischter Nahrung lebenden Geschöpfe sich mehr dem Menschen in dieser Beziehung annähern.

2) Trotz der ungleichen Schwankungen der Wassermengen in Koth und Urin stieg die Totalquantität des Wassers bis zu dem dritten ziemlich regelmäßig, fast um 0,4 ℔. Die größte Differenz in der Menge des durch Excremente entleerten Wassers betrug 0,7898 ℔. Das Maximum der Schwankung machte daher $^1/_{46}$ — $^1/_{47}$ des Minimums und $^1/_{47}$ — $^1/_{48}$ des Maximums der auf den genannten Wegen entleerten Wassermenge aus. Der Unterschied ist verhältnißmäßig so klein, daß wir ohne Irrthum behaupten können, daß jeden Tag fast eine definitiv bestimmte Wassermenge durch Koth und Urin abgingen.

3) Auf die Perspiration kam immer weniger Wasser, als auf Stuhl und Excremente. Am ersten Tage verhielt sich die Wasserquantität der Perspiration zu der Summe der Wassermengen von Excrementen und Urin = 1:1,42; am zweiten = 1:1,46 und am dritten Tage = 1:1,50; im Mittel = 1:1,46. Wir können also im Allgemeinen annehmen, daß die sensiblen Ausleerungen ungefähr $^1/_2$ mal mehr Wasser abführten, als auf Rechnung von Haut- und Lungenausdünstung und die Perspiration überhaupt kam. Berücksichtigen wir die Summe des in 24 Stunden eingenommenen Wassers, so wurden am ersten Tage 0,588, am zweiten 0,594 und am dritten 0,600, im Mittel 0,594 durch Koth und Urin ausgeschieden, während 0,412; 0,406; 0,398; im Mittel 0,405 — 0,406 auf die Perspiration kamen. Es fielen also ungefähr $^3/_5$ des eingenommenen Wassers auf die sensiblen Ausleerungen, $^2/_5$ auf die Perspiration.

4) Im Verhältniß zum mittlern Körpergewicht betrug die täglich eingenommene Wassermenge beinahe $^1/_{14}$. Von dieser ging dann den ersten Tag fast $^1/_{29}$ durch den Koth, $^1/_{115}$ durch den Urin und fast $^1/_{33}$ durch die Perspiration, den zweiten Tag $^1/_{30}$ durch die Excremente, $^1/_{92}$ durch den Harn und zwischen $^1/_{33}$ und $^1/_{34}$ durch die Perspiration, am dritten Tage $^1/_{32}$ durch den Mist, $^1/_{76}$ — $^1/_{77}$ durch den Urin und $^1/_{33}$ — $^1/_{34}$ durch die Perspiration, also im Mittel $^1/_{22}$ — $^1/_{23}$ durch Koth und Urin und $^1/_{33}$ — $^1/_{34}$ durch die Perspiration ab.

5) Bei der großen Quantität entleerten Mistes wurden, abgesehen von seiner größern Menge festen Rückstands, mehr feuerflüchtige organische Stoffe, als durch den Harn entfernt. Die feuerflüchtigen Elemente des festen Rückstands des letztern verhielten sich zu den gleichen Materien der Excremente am ersten Tage = 1:17,06, am zweiten = 1:12,24 und am dritten = 1:12,75; im Mittel = 1:14,02.

6) Durch die Perspiration gingen immer mehr als das Doppelte und bedeutend weniger, als das Dreifache von organischen feuerflüchtigen Elementen hinweg. Am ersten Tage verhielten sich die der sensiblen Ausleerungen zu denen der Perspiration = 1:2,21; am zweiten = 1:2,40; am dritten = 1:2,15; im Mittel = 1:2,25. Als annähernde Zahlen können wir annehmen, daß $^7/_{10}$ der durch die Nahrungsmittel eingenommenen feuerflüchtigen Elemente durch die Perspiration (vor allem durch die Athmung) und nur $^5/_{10}$ durch Koth und Urin davon gingen.

7) Die täglich eingenommenen feuerflüchtigen organischen Stoffe betrugen $^1/_{42}$ — $^1/_{43}$ des mittlern Körpergewichts. Durch den Koth wurden am ersten Tage $^1/_{145}$ — $^1/_{146}$, am zweiten $^1/_{157}$ — $^1/_{158}$, am dritten Tage $^1/_{146}$ — $^1/_{147}$, im Mittel $^1/_{149}$ — $^1/_{150}$, durch den Harn am ersten Tage fast $^1/_{249}$, am zweiten $^1/_{192}$ — $^1/_{193}$, am dritten $^1/_{185}$ — $^1/_{186}$, im Mittel $^1/_{208}$ — $^1/_{209}$ und durch die Perspiration am ersten Tage $^1/_{62}$, am zweiten $^1/_{60}$, am dritten fast $^1/_{63}$, im Mittel beinahe $^1/_{62}$ der Körperschwere feuerflüchtige organische Elemente entleert.

8) Obwohl die Aschenprocente des Harns mehr oder minder annähernd noch ein mal so groß, als die der Excremente sind, so compensirte die größere Menge des täglich entleerten Koths dieses Verhältniß in dem Grade, daß immer durch den Mist mehr feuerbeständige Salze, als durch den Harn abgingen. Wir werden in der Folge sehen, daß dieses vorzugsweise durch die in den Nahrungsmitteln enthaltene Kieselsäure und kieselsauren Verbindungen bedingt wird. Es verhielt sich die Aschenmenge des Harns zu der der Excremente am ersten Tage = 1:2,40, am zweiten = 1:1,43, am dritten Tage = 1:1,26, im Mittel = 1:1,69. Die Quantität der Excrementasche schwankte weniger, als die des Urins. Bei der erstern beträgt die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum nur 0,0945 ℔ = 3,024 Loth; bei der letztern dagegen 0,1720 ℔ = 5,504 Loth.

9) Obwohl viel weniger Aschenbestandtheile auf die Perspiration, als auf die sensiblen Ausleerungen kommen, so ist doch die Menge der Perspirationsasche höchst bedeutend. Was zunächst das Verhältniß der letztern zu der Totalsumme der Aschen der Excremente und des Urins betrifft, so war es am ersten Tage fast = 1:2,18, am zweiten = 1:1,86, am dritten Tage fast = 1:2,90, im Mittel = 1:2,31. Wir können daher als ungefähren Schätzungswerth annehmen, daß im Mittel von 10 Theilen der durch die Nahrungsmittel eingenommenen feuerbeständigen Elemente, 7 durch Koth und Urin und 3 durch die Perspiration fortgingen.

10) In der täglichen Ration des Heus betrug das Verhältniß der Asche zu den feuerflüchtigen Elementen = 1:13,67, in der des Hafers = 1:27,08, und in der Summe aller eingenommenen Stoffe = 1:14,59. Am ersten Tage haben wir im Kothe = 1:8,84, im Harne 1:1,24, in der Totalsumme beider = 1:6,61, in der Perspiration = 1:32,07, am zweiten Tage in den Excrementen = 1:10,36, im Harne = 1:1,21, in der Totalsumme beider = 1:6,60, in der Perspiration = 1:29,45, am dritten Tage in dem Miste = 1:10,35, im Urine = 1:1,02, in der Totalsumme beider = 1:6,23, in der Perspiration = 1:38,81. Hieraus erhellt, daß immer eine zwar absolut bedeutende, aber relativ sehr geringe Aschenmenge für die Perspiration kam. (Den Mittelwerthen nach = 1:32,95, also 3,03% der vollkommen wasserfreien organischen Masse.)

11) Halten wir uns an die gefundenen Mittelzahlen, so besaßen die sensiblen Ausleerungen im Mittel 84,11% Wasser, 13,76% feuerflüchtige Elemente und 2,13% Asche; die Perspiration dagegen 64,28% Wasser, 34,67% feuerflüchtige Elemente und 1,05 Asche, während auf die tägliche Ration der eingenommenen Nahrungsmittel im Ganzen 74,75% Wasser, 23,63% feuerflüchtige Elemente und 1,62% Asche kamen. Hieraus ergiebt sich das Resultat, daß die Procente des Wassers, der flüchtigen Elemente und der Aschen der Nahrungsmittel die Mittel zwischen den Procenten der gleichen Theile der sensiblen Ausleerungen und der Perspiration hielten, daß aber in den sensiblen Excretionen der Abgang des Wassers und der Aschenbestandtheile, in der Perspiration dagegen der der feuerflüchtigen Elemente vorherrschender war. Auf den Zusammenhang der letzteren Punkte mit den Respirationsverhältnissen werden wir in der Folge zurückkommen.

12) Vergleichen wir endlich die einzelnen Tage unter einander, so zeigen uns die Wassermengen in der Perspiration eine allmälige Verminderung, deren Maximum ungefähr 0,79 ℔ = 25,28 Loth beträgt. Da das Thier fast durchgehends eine feuchte Haut hatte, so kommt diese Differenz vielleicht größtentheils oder gänzlich auf Rechnung der Hautausdünstung.

Ein anschaulicheres Resultat gewährt uns die Betrachtung der Aschenmengen. Nehmen wir die Summe der Aschen der sensiblen Excretionen, so finden wir die des ersten Tags = 0,9332 ℔ = 29,8624 Loth; die des zweiten dagegen nur = 0,8839 ℔ = 28,2848 Loth; dafür die des dritten = 1,0107 ℔ oder 32,3424 Loth. Ziehen wir das Mittel aus allen drei Tagen, so haben wir 0,9426 ℔ = 30,1632 Loth. Das Mittel des zweiten und des dritten Tags giebt 0,9473 ℔ = 30,3136 Loth. Wir sehen hieraus, daß die Aschenmenge des ersten Tags, das Mittel aller drei Tage und das des zweiten und des dritten Tags einander sehr nahe kommen und nicht einmal um ½ Loth in Maximo differiren. Forschen wir den Ursachen der ungleichen Vertheilung der Aschenmengen am zweiten und dritten Tage nach, so wurden am zweiten Tage 0,1386 ℔ Asche durch die Excremente weniger als am ersten Tage ausgeleert. Für diesen Verlust fand aber durch den Harn nur eine Compensation von + 0,0893 ℔ statt. Am dritten Tage enthielten die Excremente nur 0,0945 ℔ weniger Asche als am ersten Tage. Dafür aber betrug die Compensation durch den Urin 0,1720 ℔. Es ließe sich vielleicht glauben, daß die in dem Urine des dritten Tages enthaltene Fällung von kohlensaurem Kalke, die wir oben angeführt haben, die Ursache des größern Aschenreichthums war. Allein eine genauere Betrachtung lehrt bald, daß die Differenz mehr auf Rechnung der Quantität des ausgeleerten Harns, als auf die Procentgehalte der Aschen kam.

Als ein nicht unnützes Supplement dieser Untersuchungen erschien es mir ungefähr zu bestimmen, in welchem Verhältnisse die aufgenommenen, die durch Urin und Stuhl ausgeschiedenen und die der Perspiration anheimfallenden Mengen von Wasser, feuerflüchtigen organischen Stoffen und von Asche zu den drei gleichen Bestandtheilen des Körpers stehen. Zu diesem Zwecke wurde, da mir im Augenblicke kein frisches 4jähriges Pferd zu Gebote stand, bei einem 10jährigen von folgenden Theilen das Wasser, der feste Rückstand und zum Theil die Asche bestimmt:

13,642 Grm. frischen, arteriellen, noch nicht geronnenen Bluts gaben 2,779 Grm. = 20,37% festen Rückstands. 2,466 Grm. des letztern hinterließen 0,099 Grm. = 4,02% einer fast rostfarbenen Asche. — 4,222 Grm. mit Luft gefülltes Zellgewebe aus der Leistengegend erzeugten 0,854 Grm. = 20,23% festen Rückstands, von welchem 0,750 Grm. 0,036 Grm. = 4,80% einer röthlich gelben Asche hatten. — 5,387 Grm. reiner Muskelsubstanz aus dem Splenius capitis gaben 1,311 Grm. = 24,34% festen Rückstands, welcher 0,054 Grm. = 4,12% weißer Asche erzeugte. — 8,024 Grm. Sehne des M. tibialis anticus hinterließen 2,652 Grm. = 33,05% Rückstand. 1,312 Grm. von diesem gaben 0,029 Grm. = 2,21% Asche. — 10,797 Grm. Ligamentum patellae hatten 3,314 Grm. = 30,70% Rückstand. 1,087 des letztern gaben 0,017 Grm. = 1,57% gelblich weißer Asche. — 9,674 Grm. Ligamentum nuchae gaben 3,477 Grm. = 35,95% trocknen Rückstands. — 7,850 Grm. Lebersubstanz hatten 2,190 Grm. = 27,90% festen Rückstands. — 11,627 Grm. Ohrspeicheldrüse hatten 2,484 Grm. = 21,36% Rückstand. — 7,990 Grm. feuchten von der Beinhaut vollkommen gereinigten Rippenknochens gaben 6,835 Grm. = 85,54% trocknen Knochens. — 1,699 Grm. des letztern lieferten 0,896 Grm. = 52,74% Asche. Bei einer frühern Untersuchung [1]) kam ich auf 52,70%. — 12,893 Grm. Cartilago scapulae hinterließen 5,506 Grm. = 42,70% Rück-

[1]) Repert. III. 297.

stand. 1,992 Grm. von diesem gaben 0,104 Grm. = 5,22% Asche. — 15,335 Grm. Cartilago interarticularis genu gaben endlich 5,666 Grm.

Nach diesen Daten können wir nun folgende Procenttabelle entwerfen.

Bestandtheile.	Wasser.	Trockener Rückstand.	Feuerflüchtige Stoffe.	Asche.
1) Arterienblut	79,63	20,37	19,55	0,82
2) Zellengewebe der Leistengegend .	79,77	20,23	19,26	0,97
3) Musculus splenius capitis . .	75,66	24,34	23,33	1,01
4) Sehne des M. tibialis anticus .	66,95	33,05	32,32	0,73
5) Ligamentum patellae	69,30	30,70	29,22	0,48
6) Ligamentum nuchae	64,05	35,95	» » »	» » »
7) Lebersubstanz	72,10	27,90	» » »	» » »
8) Ohrspeicheldrüse	78,64	21,36	» » »	» » »
9) Rippenknochen	14,46	85,54	40,43	45,11
10) Cartilago scapulae	57,30	42,70	40,47	2,23

Gerber bestimmte das Gewicht des trockenen Skeletts eines 4 Jahre alten Pferdes von derselben Schulterhöhe, wie die des zum Versuche gebrauchten Thiers war, zu 50,8 Berner Pfund, während das trockene Skelett eines 10jährigen Thiers 64 ℔ wog[1]). Die Totalsumme der frischen Knochen eines 7—8jährigen weiblichen Pferdes (mit den Bändern) gab ihm 110 ℔. Natürlich findet hier ein sehr bedeutender Abgang für Feuchtigkeit, Fett, Blut, Bänder, Gelenkknorpel und Gelenkhäute statt. Nehmen wir nun an, daß die Knochensubstanz im frischen Zustande noch 14,46% Feuchtigkeit enthält, so haben wir für das Skelett des 4jährigen Pferdes nicht ganz 60 ℔. Schlagen wir die gesammte Blutmasse zu $1/_{4,5}$ an, so betrug sie, da das Körpergewicht = 850 ℔ war, 189 ℔[2]). Es würden dann circa 601 ℔ auf die übri-

---

[1]) Die Größen beider Skelette verhielten sich = 37 : 40. Hiernach hätte das Skelett des 10jährigen Thiers nur 55 Pfd. wiegen dürfen, wenn sich nicht mit zunehmendem Alter auch die Menge der Aschenbestandtheile in den Knochen vermehrte. Der daraus resultirende Ueberschuß betrug 9 Pfd.; also jährlich im Durchschnitte 1½ Pfd.

[2]) Es unterliegt mir kaum einem Zweifel, daß diese Blutzahl zu groß sei, ja um ein Bedeutendes den wahren Werth übertreffe. Daß nach Hales (Schultz, System der Circulation 1836. 8. S. 108) ein Pferd nach einem Verluste von 32 Pfund Blut sinkt (in einem von Gerber angestellten Versuche erfolgte dieses bei dem oben erwähnten 7 — 8jährigen Pferde bei 40 Pfund), beweis't natürlich nichts, da ein sehr bedeutendes Quantum Blut im Körper zurückbleibt und der Verblutungstod nur durch Lähmung des Gehirns erfolgt.. Dagegen scheinen meine früheren Versuche über die Blutmenge darauf hinzudeuten, daß Pflanzenfresser ein geringeres Quantum Blut, als Fleischfresser haben. Ich sah mich aber genöthigt, in obiger Rechnung die für Hunde gefundene Zahl zum Grunde zu legen, weil dieses die approximativ sicherste ist. Nach einer wahrscheinlichen Schätzung dürfte das Pferd nur $1/_6$ seines Körpergewichts Blut haben. Als Compensation dafür habe ich die Knochen nur zu 60 Pfund angeschlagen, damit der für die Weichtheile negativ zu bestimmende Werth, welcher die größte Zahl hat, möglichst gut herauskomme und die Endzahlen so einige Wahrscheinlichkeit erhalten. Jedoch sind in dem Werthe der letzteren die gegen 100 Pfund betragenden Excrementmassen, welche nach Gerber bei mäßiger Füllung in den Gedärmen ungefähr enthalten sind, bei den Weichtheilenwerthen mit eingerechnet.

gen Weichtheile, inclusive die Lymphe, den Chylus, die Ernährungsflüssigkeit, die Contenta des Darms, die Absonderungen u. dgl., kommen. Nehmen wir nun für diese Weichtheile als Wassergehalt, das Mittel der oben verzeichneten verschiedenen Weichgebilde (mit Ausnahme der Knorpel und Knochen) = 73,26 und bringen für sie im Durchschnitt 1% Asche in Rechnung, so haben wir:

Bestandtheile.	Knochen.	Blut.	Weichgebilde.	Totalsumme.
Wasser	8,67	150,50	440,29	599,46
Feuerflüchtige Stoffe	24,26	36,95	154,70	215,91
Asche	27,07	1,55	6,01	34,63
	60 ℔	189 ℔	601 ℔	850 ℔

Betrachten wir diese Werthe als mehr oder minder approximativ richtig, so würden sich folgende Punkte ergeben:

1) In den täglichen Nahrungsmitteln nahm das Thier $1/9$ — $1/10$ derjenigen Wassermenge, welche sein Gesammtkörper enthielt, ein, von diesem wurde, wenn wir uns an die oben gefundenen Mittel halten, $1/21$ — $1/22$ durch den Koth und beinahe $1/65$ durch den Harn entleert, während $1/23$ — $1/24$ auf die Perspiration kamen.

2) Die tägliche Ration enthielt $1/10$ — $1/11$ der Quantität organischer Stoffe, welche in dem Gesammtkörper enthalten sind. Es wurde dann $1/38$ — $1/39$ des Totalbetrags durch den Koth und $1/521$ — $1/522$ durch den Harn wieder entfernt. Auf die Perspiration kam somit $1/15$ — $1/16$ der Totalsumme der feuerflüchtigen organischen Stoffe. Sehen wir daher von den für die Secretionen gehörigen Mengen ab, so gehen in ungefähr 14 Tagen so viel organische Stoffe, als das Körpergewicht beträgt, mit Lungen- und Hautausdünstung davon.

3) In den täglichen Nahrungsmitteln waren $1/25$ — $1/26$ der in dem Gesammtkörper des Pferdes enthaltenen Aschenmengen vorhanden. Durch den Koth ging wieder $1/59$ — $1/60$, durch den Urin $1/95$ — $1/96$; für die Perspiration blieb $1/83$.

Hieraus folgt dann, daß das genannte 4jährige gesunde Pferd durch seine Nahrung binnen 9 — 10 Tagen so viel Wasser, innerhalb 10 — 11 Tagen so viele feuerflüchtige organische Stoffe und binnen 25 — 26 Tagen so viel Asche einnimmt, als sein Gesammtkörper Wasser, organische Stoffe und Asche enthält. Rücksichtlich des Wassers wird diese Menge durch den Koth binnen 21 — 22, durch den Urin binnen 65 und durch die Perspiration binnen 23 — 24 Tagen, hinsichtlich der feuerflüchtigen organischen Stoffe durch die Excremente innerhalb 38 — 39, durch den Harn innerhalb 521 — 522 und durch die Perspiration binnen 15 — 16 Tagen; endlich in Bezug auf die Aschenmengen durch den Koth binnen 59 — 90, durch den Urin binnen 95 — 96 und durch die Perspiration binnen 83 Tagen wieder abgeliefert.

Ehe wir nun zu der Untersuchung übergehen, wie viel von den einzelnen eingenommenen Stoffen auf Urin und Koth und auf die Perspiration kommt, müssen wir die hier gefundenen Resultate mit den Ergebnissen einer

ähnlichen Versuchsreihe von Boussingault vergleichen. Dieser Chemiker [1]) bestimmte ebenfalls bei einem Pferde, welches seit drei Monaten an dieselbe tägliche Ration gewohnt war, die täglichen Einnahmen und die durch Koth und Urin erfolgenden Ausgaben. Seine Untersuchung hatte vor allem einen elementaranalytischen Zweck, vorzüglich um zu bestimmen, ob die Herbivoren den Stickstoff der Luft assimiliren oder nicht. Da wir seine elementaranalytischen Angaben in der Folge noch brauchen werden, so wollen wir, obgleich sich gegen die Exactität der Wasser- und der Aschenwerthe noch mehre, bald zu erwähnende Einwürfe machen lassen, seine Uebersichtstabelle hier wiederholen. Der Conformität wegen habe ich auch die Wassermengen besonders bestimmt. Die Angaben sind in Grm. für die Totalsumme aller drei Tage.

Bestandtheile.	Trinkwasser.	Heu.	Hafer.	Totalsumme.
Wasser	15986,7	1035	343	17364,7
Kohlenstoff	» » »	2961	977	3938
Wasserstoff	» » »	323,2	123,3	446,5
Sauerstoff	» » »	2502	707,2	3209,2
Stickstoff	» » »	97	42,4	139,4
Asche	13,3	581,8	77,1	672,2
	16000,0	7500,0	2270,0	25770,0

Bestandtheile.	Excremente.	Harn.	Totalsumme.	Perspiration.
Wasser	10725	1028	11753	5611,7
Kohlenstoff	1364,4	108,7	1473,1	2465
Wasserstoff	179,8	11,5	191,3	255,2
Sauerstoff	1328,9	34,1	1363	1846,1
Stickstoff	77,6	37,8	115,4	24,0
Asche	574,6	109,9	684,5	— 12,3
	14250,3	1330,0	15580,3	10189,7

Die vorstehende Tabelle ist ganz nach den von Boussingault gefundenen Zahlen entworfen. Nur habe ich die Wassermengen besonders berechnet und das Ganze der Conformität wegen so geordnet, wie es oben bei der aus meiner Versuchsreihe folgenden Tabelle geschah.

Aus diesen Erfahrungen folgt auf gleiche Art, wie aus den oben angeführten Beobachtungen, daß bei dem Pferde eine weit größere Menge Wasser durch die Excremente, als durch den Harn entleert wird. Setzen wir die Menge des eingenommenen Wassers = 1; so betrug hier die Quantität des durch die sensiblen Ausleerungen abgegangenen Wassers 0,68, während auf die Perspiration 0,32 kam. Die Wassermenge ist also hier für Excremente und Stuhl etwas größer, als für meine oben detaillirte Versuchsreihe. Dieses ließe sich noch daraus erklären, daß, wie schon oben erwähnt wurde, das hier beobachtete Pferd fast fortwährend eine sehr feuchte

[1]) Annales de Chimie et de Physique. Tome LXI. 1839. p. 128 — 36.

Haut hatte. Allein ein anderes von Boussingault sowohl für das Pferd als für die Kuh gefundenes Resultat kann unmöglich richtig sein. Es soll nämlich die in Koth und Urin enthaltene Menge feuerbeständiger Elemente die Aschenquantität der eingenommenen Nahrungsmittel übertreffen. Bei der eben angeführten Versuchsreihe am Pferde betrüge dieses Plus in 24 Stunden 12,3 Grm. d. h. 1,83% der Aschenmenge der Nahrungsmittel. Bei der Kuh 31,6 Grm. d. h., da die Aschenmenge der Nahrungsmittel = 889 Grm. war, 3,55%[1]). Man sieht leicht, daß, wenn dieses so fortgänge, ein Pferd ungefähr binnen 40, eine Kuh ungefähr binnen 16 Tagen 1 Pfd. Aschenbestandtheile von ihrem Körper verlieren müßte. Der Verlust müßte sich aber noch vergrößern, da durch Hautabschuppung, Schweiß, Hautausdünstung, Lungenausdünstung, viele Absonderungen noch alkalische und erdige Salze und Metalloxyde davongehen. Bei dem Pferde glaube ich auch den wahrscheinlichen Grund dieser meiner Ueberzeugung nach irrthümlichen Ansicht wenigstens andeuten zu können. Bei der von Boussingault angestellten Elementaranalyse des Futterheues ergaben sich zum Theil für den Wasserstoff und vorzüglich für den Kohlenstoff Werthe, welche mit den von Liebig und Will gefundenen Zahlen mehr oder minder übereinstimmen. Während nämlich Boussingault C 45,8% und H 5,0% hat, fanden Liebig und Will C 45,87% und H 5,76%. Dagegen kommen die beiden letzteren Chemiker auf 6,82%, ich auf 6,81%, Boussingault aber auf 9% Asche. Allerdings ist hieraus gar nichts zu deduciren, da ohne Zweifel in in dem in Gießen, Paris und Bern untersuchtem Heue mehr oder minder verschiedene auf differentem Boden erzogene Pflanzenarten enthalten waren. Allein auch bei dem Hafer zeigt sich etwas Analoges. Vauquelin und Saussure haben 3,1%, ich 3,13%, Boussingault dagegegen 4% Asche. Allerdings ließe sich auch dieser Unterschied nur auf Rechnung des Bodens, der Entwicklungszeit und der Menge der Spelzen bringen. Ich habe jedoch, als ich mich auf diese Untersuchungen vorbereitete, sechs Aschenproben verschiedenen, mehr oder minder spelzenreichen Hafers gebrannt, ohne daß ich je auf 4% gekommen wäre. Die Quantitäten schwankten von 2,88 — 3,70%. Es läßt sich daher mit Recht fragen, ob nicht Boussingault zu große Aschenprocente seinen Berechnungen zum Grunde gelegt habe[2]).

Was endlich die Totalsumme der organischen Stoffe betrifft, so betragen sie in Boussingault's Versuchsreihe in der eingenommenen Nahrung 7732,9 Grm., in den Excrementen 2950,7 Grm., in dem Urine 192,1 Grm. und in der Perspiration 4590,3 Grm. (die Differenz von 3,2 Grm. liegt in den Detailberechnungen des Vf.). Hiernach verhielten sich die durch die sensiblen Ausleerungen fortgegangenen organischen Stoffe zu denen der Perspiration = 1 : 1,46. Setzen wir die feuerflüchtigen organischen Elemente

[1]) Annales de Chimie Vol. LXXI. p. 127.

[2]) Daß bei dem Hafer vorzüglich die Menge der Spelzen größere, die des Eiweißes geringere Aschenquantitäten erzeuge, hat schon Saussure (a. a. O. S. 267 richtig bemerkt. Ob bei den zu großen Aschenmengen von Boussingault noch folgender Umstand von Einfluß war, bleibt dahingestellt; weil wahrscheinlich nicht aller Urin aufgefangen worden war, ließ er den Stall, in welchem sich das Thier während der Versuchstage befand, waschen, sammelte diese Flüssigkeit, verdampfte und veraschte dieselbe. Es versteht sich von selbst, daß hier sehr heterogene Dinge mit hinzukamen.

der Nahrungsmittel = 1, so betrugen die der Excremente 0,38, die des Harnes 0,025 und die der Perspiration 0,595.

Eine andere dreitägige an einer milchgebenden Kuh angestellte Versuchsreihe hat Boussingault folgende (ebenfalls den obigen Verzeichnissen conform gemachte) Tabelle geliefert (die Zahlen bezeichnen wiederum Grammen):

Bestandtheile.	Trinkwasser.	Kartoffeln.	Nachheu.	Totalsumme.
Wasser	59950	10830	1185	71965
Kohlenstoff	» » »	1839	2974,4	4813,4
Wasserstoff	» » »	241,9	353,6	595,5
Sauerstoff	» » »	1830,6	2204	4034,6
Stickstoff	» » »	50	151,5	201,5
Asche	50	208,5	631,5	890
	60000	15000,0	7500,0	82500,0

Bestandtheile.	Milch.	Excremente.	Urin.	Totalsumme.	Perspiration.
Wasser	7388,4	24413	7239,2	39040,6	32924,4
Kohlenstoff	628,2	1712	261,4	2601,6	2211,8
Wasserstoff	99	208	25	332	263,5
Sauerstoff	321	1508	253,7	2082,7	1951,9
Stickstoff	46	92	36,5	174,5	27
Asche	56,4	480	384,2	920,6	— 30,6
	8539,0	28413	8200,0	45152,0	37348,0

Sehen wir von dem schon besprochenen Aschenresultate ab, so würden, wenn wir die in den Nahrungsmitteln enthaltene Wassermenge = 1 setzen, 0,10 durch die Milch, eben so viel durch den Harn, 0,34 durch die Excremente, und 0,46 durch die Perspiration entleert werden. Es verhielte sich also die Wassermenge der Perspiration zu der der sensiblen Ausleerungen = 1 : 1,12. Auch bei der Kuh ist also die durch die Excremente entleerte Wassermasse größer, als nicht nur diejenige, welche durch den Harn, sondern auch die, welche durch diesen und die Milch zusammengenommen, fortgeht, dagegen geringer, als die Quantität, welche die Perspiration fortführt. Die Zahlen nähern sich mehr den von mir bei dem Pferde gefundenen Werthen. Betrachten wir die Quantität der feuerflüchtigen organischen Elemente = 1, so kommen auf die Milch 0,11, auf die Excremente 0,36, den Harn 0,06 und die Perspiration 0,47. Die Perspirationszahl ist hier um ein Bedeutendes kleiner als bei dem Pferde — ein Umstand, welcher durch das Hinzutreten der Milchabsonderung leicht erklärlich wird, und auf den wir in der Folge noch zurückkommen werden.

Auffallend ist, wie bei diesem milchgebenden Thiere die Menge des Wassers und die der organischen Stoffe in dem Harne, ja der ganze Urin überhaupt geringer ausfällt. Da bis jetzt noch keine ähnliche Versuchsreihe bei einer andern, keine Milchabsondernden Kuh vorliegt, so läßt sich nur vermu-

thungsweise aussprechen, daß die geringere Menge Harn eine Compensation für die abgesonderte und ausgeleerte Milch sei.

II. Quantitäten der einzelnen Elemente der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile. — Da in meiner Versuchsreihe keine Elementaranalysen angestellt worden sind, so müssen wir zunächst auf die Beobachtungen von Boussingault, welche, wie wir sehen werden, in Betreff des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Sauerstoffs den Stempel der Richtigkeit an sich tragen, eingehen und hierauf die Verhältnisse des Menschen betrachten.

Zu diesem Zwecke müssen wir zuvörderst eine nach Boussingault's Daten berechnete procentige Tabelle aufstellen, und an diese eine zweite Tabelle, bei welcher die Summe der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile = 100 gesetzt ist, anreihen.

Wir haben dann in 100 Theilen:

Bestandtheile.	Pferd. Nahrungsmittel.		Pferd. Excremente.		Pferd. Harn.		Pferd. Perspiration.	
Wasser . . .	67,38		75,26		77,30		55,00	
Kohlenstoff . .	15,29	30,01	9,57	20,71	8,17	14,44	24,16	45,00
Wasserstoff . .	1,73		1,26		0,87		2,50	
Sauerstoff . .	12,45		9,33		2,56		18,10	
Stickstoff . .	0,54		0,55		2,84		0,24	
Asche . . .	2,61		4,03		8,26		» » »	
	100,00		100,00		100,00		100,00	
Totalsumme der organ. Stoffe .	30,01		20,71		14,44		45,00	

Bestandtheile.	Kuh. Nahrungsmittel.		Kuh. Milch.		Kuh. Excremente.		Kuh. Harn.		Kuh. Perspiration.	
Wasser . . .	87,23		86,53		85,92		88,28		88,08	
Kohlenstoff . .	5,83	11,69	7,35	12,81	6,03	12,39	3,19	7,05	5,92	11,92
Wasserstoff . .	0,72		1,16		0,73		0,31		0,71	
Sauerstoff . .	4,90		3,76		5,31		3,10		5,22	
Stickstoff . .	0,24		0,54		0,32		0,45		0,07	
Asche . . .	1,08		0,66		1,69		4,67		» » »	
	100,00		100,00		100,00		100,00		100,00	
Totalsumme der organ. Stoffe .	11,69		12,81		12,39		7,05		11,92	

Setzen wir in jeder einzelnen Rubrik die Summe aller organischen Bestandtheile = 100, so haben wir:

Bestandtheile.	Pferd.			
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Harn.	Perspiration.
Kohlenstoff . . .	50,93	46,24	56,59	53,70
Wasserstoff . . .	5,77	6,09	5,98	5,56
Sauerstoff . . .	41,49	45,04	17,75	40,22
Stickstoff	1,81	2,63	19,68	0,52
	100,00	100,00	100,00	100,00

Bestandtheile.	Kuh.				
	Nahrungsmittel.	Milch.	Excremente.	Harn.	Perspiration.
Kohlenstoff . . .	49,90	57,42	48,64	45,34	49,66
Wasserstoff . . .	6,18	9,05	5,91	4,33	5,94
Sauerstoff . . .	41,83	29,33	42,84	44,00	43,80
Stickstoff	2,09	4,20	2,61	6,33	0,60
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Aus der ersten Tabelle ersehen wir zunächst, daß bei dem Pferde Koth und Urin mehr, die Perspiration dagegen weniger Wasserprocente als die Nahrungsmittel hatten. Bei der Kuh stellt sich eine sehr auffallende Analogie der Wasserprocente der Nahrungsmittel, der Milch, des Koths, des Harns und der Perspiration heraus. Bei beiden Thieren sind die Differenzen der Wasserprocente zwischen Urin und Excrementen so gering, wie man kaum a priori erwarten könnte. (Bei dem Menschen dagegen fallen die Unterschiede, wie schon erwähnt worden, viel bedeutender aus.)

Bei dem Pferde kommt der größte Procentgehalt der Totalsumme der organischen Stoffe auf die Perspiration, der geringste auf den Urin und die Mittelzahl auf die Excremente. Bei der Kuh hat zwar auch der Urin das Minimum, allein die Perspiration wird von dem Kothe, und dieser von der Milch etwas übertroffen, so daß diese nicht bloß auf vorzugsweise Wasser- und Stickstoffausscheidung, sondern mehr auf die Excretion von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff oder von Fettelementen berechnete Secretion den größten Procentgehalt der organischen Stoffe überhaupt hat. Die Nahrung der Kuh ist um Vieles wasserreicher als die des Pferdes. Alle ihre untersuchten Se- und Excrete zeigen den analogen Gehalt an Wasser und auch an organischen Stoffen. Vorzugsweise auffallend ist die Parallele, welche sich gerade hier zwischen Nahrung und Perspiration ziehen läßt.

Endlich bestätigt uns die erste Tabelle dasjenige, was schon früher rücksichtlich der Aschengehalte bemerkt worden. Sowohl in Betreff der Excremente als des Urins kommt Boussingault auf weit größere Zahlen, als sich bei meiner Versuchsreihe ergeben.

Die Excremente sind immer reicher an Kohlenstoff- und Wasserstoff-, und ärmer an Stickstoffprocenten, als der Urin. Höchst wahrscheinlich liegt die Ursache dieses Umstandes in der Beimischung von Galle oder unlöslichen und unresorbirten Gallenstoffen zu dem Kothe einerseits, und in der Anwesenheit von Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure und dgl. im Urin anderseits. Die

Milch zeichnet sich durch größere Procente von Kohlenstoff und Wasserstoff aus. Im frischen Zustande sind ihre Stickstoffprocente noch größer, als die der Excremente und des Urins, während ihre Sauerstoffprocente zwischen beiden in der Mitte stehen.

Von großer Wichtigkeit ist es, die Mischungsverhältnisse der Perspiration in Bezug auf Nahrungsmittel und Excreta zu betrachten. In der That erlauben auch die obigen Tabellen eine Deduction, welche zu einem eigenthümlichen Resultate führt. Was unter der Rubrik Perspiration angeführt worden, geht zu seinem größten Theile entweder selbst oder in Aequivalenten durch Lungen- und Hautausdünstung wieder davon. Das Wasser tritt wahrscheinlich direct als wässrige Lungenausdünstung, als Hautdampf und als Schweiß ab. Die organischen Stoffe verwandeln sich in Kohlensäure und Wasser. Da aber in ihnen constant viel weniger Sauerstoff vorhanden ist, als nöthig wäre, um aus sich heraus allen Kohlenstoff in Kohlensäure, und allen Wasserstoff in Wasser zu verwandeln, ja um selbst nur Eine dieser Metamorphosen zu erzeugen, so wird zu diesem Zwecke der durch den Athmungsact in das Blut eingeführte Sauerstoff zu Hülfe gerufen. Bei dem Pferde erforderten die 24,16% Kohlenstoff zu diesem Zwecke 63,21% Sauerstoff, und die 2,50% Wasserstoff 20,04% Oxygen. Da aber nun an und für sich in der Perspirationsmaterie 18,10% Sauerstoff vorhanden sind, so mußten ungefähr 65,15% des Respirationssauerstoffs entlehnt werden. Bei der Kuh bedürfen die 5,92% Kohlenstoff 15,48% und die 0,71% Wasserstoff 5,69% Sauerstoff. Da jedoch von diesem nur 5,22% vorhanden sind, so mußten 15,95% von Außen entnommen werden. Eine klarere Anschauung erhalten wir aber, wenn wir für die beiden Perspirationsmaterien chemische Formeln aufzustellen suchen. Wir haben dann:

Perspiration.

Bestandtheile.	Pferd. Gefunden.	Pferd. Atome.	Pferd. Berechnet.	Kuh. Gefunden.	Kuh. Atome.	Kuh. Berechnet.
C . . .	53,70	18	54,43	49,66	15	50,19
H . . .	5,56	22	5,48	5,94	20	5,46
O . . .	40,22	10	39,56	43,80	10	43,77
N . . .	0,52	0,15	0,53	0,60	0,15	0,58
	100,00	» » »	100,00	100,00	» » »	100,00

Kommen zu der Perspirationsformel des Pferdes $= C_{18}\ H_{22}\ O_{10}\ N_{0,15}$; 37 Atome Sauerstoff hinzu, so haben wir dann $C_{18}\ O_{36} + H_{22}\ O_{11} + N_{0,15}$ = 18 Atome Kohlensäure + 11 Atome Wasser + $N_{0,15}$. Treten zu der Perspirationsformel der Kuh $= C_{15}\ H_{20}\ O_{10}\ N_{0,15}$ 30 Atome Sauerstoff hinzu, so haben wir $C_{15}\ O_{30} + H_{20}\ O_{10} + N_{0,15}$ = 15 Atome Kohlensäure + 10 Atome Wasser + $N_{0,15}$. —

Merkwürdig ist es, wie nahe beide obigen Perspirationsformeln der Formel der Milchsäure stehen. Wir haben bei dem Pferde:

Perspiration des Pferdes . . = $C_{18}\ H_{22}\ O_{10}\ N_{0,15}$
Addiren wir hierzu
1 Atom Wasser . . . . . . = $H_2\ O_1$
1 Atom Sauerstoff . . . . . = O_1

so haben wir . . $C_{18}\ H_{24}\ O_{12}\ N_{0,15}$
= $3\ (C_6\ H_8\ O_4) + N_{0,15}$
= 3 Atome Milchsäure + $N_{0,15}$

Noch ungezwungener läßt sich dieselbe Deduction aus der Perspirationsformel der Kuh machen. Wir haben nämlich:

Perspiration der Kuh = $C_{15}\ H_{20}\ O_{10}\ N_{0,15}$
= $2\frac{1}{2}\ (C_6\ H_8\ O_4) + N_{0,15}$
= $2\frac{1}{2}$ Atome Milchsäure + $N_{0,15}$.

Auf diese Deduction werden wir übrigens in dem dritten Theile dieses Artikels wieder zurückkommen.

Es ist zu bedauern, daß wir bisjetzt noch keine Elementaranalyse der noch nicht chemisch zerlegten frischen Galle und der in dem sauren Verdauungssafte unlöslichen Bestandtheile derselben haben. Sonst ließe sich aus der Formel derselben mit Vergleichung der Formeln der Nahrungsmittel und der Excremente nicht nur die Natur der letzteren klarer einsehen, sondern auch durch indirecte Rechnung herausbringen, wie viel Galle den Excrementen in 24 Stunden beigemischt und nicht wieder resorbirt wird. Die Hauptfrage bleibt nun, wie viel des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs, des Sauerstoffs und des Stickstoffs der Nahrungsmittel durch Excremente und Urin entleert wird und wie viel von ihnen auf die Perspiration kommt. Um über diese Punkte Aufschlüsse zu erhalten, müssen wir die Totalquantität eines jeden der Elemente der Nahrungsmittel = 100 setzen und auf diese Größe die einzelnen Quantitäten derselben in den Excrementen, dem Urin (der Milch) und der Perspiration reduciren. Wir erhalten dann

Bestandtheile.	Pferd.			
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Urin.	Perspiration.
Kohlenstoff . . .	100	34,65	2,76	62,59
Wasserstoff . . .	100	40,27	2,57	57,16
Sauerstoff . . .	100	41,41	1,06	57,53
Stickstoff	100	55,67	27,12	17,21

Bestandtheile.	Kuh.				
	Nahrungsmittel.	Milch.	Excremente.	Harn.	Perspiration.
Kohlenstoff . . .	100	13,05	35,57	5,43	45,95
Wasserstoff . . .	100	16,63	34,92	4,20	44,25
Sauerstoff . . .	100	7,95	37,38	6,29	48,38
Stickstoff	100	22,83	45,66	18,11	13,40

Bei Aufstellung dieser Tabelle ist freilich auf die Secretionen keine Rücksicht genommen worden. Die Zahlen gelten unter der Voraussetzung, daß alle Elemente der Nahrungsmittel (bei dem Gleichbleiben des Körpergewichts) wieder ausgeschieden werden. Die ganze Supposition bleibt richtig, weil dieselbe Fütterungsration schon längere Zeit vor dem Versuche verabfolgt worden und sich bei einem gesunden Thiere ein ziemlich gleichförmiger Gang der Se- und Excretionen voraussetzen läßt.

Wir wollen nun die einzelnen Grundstoffe der Reihe nach durchgehen:

1) Kohlenstoff. — Bei dem Pferde sowohl, als bei der Kuh ging der größte Theil des in den Nahrungsmitteln enthaltenen Kohlenstoffs durch die Perspiration, bei dem erstern ungefähr 62½ %, bei der letztern ungefähr 46% davon. Dieses Verhältniß ist kein zufälliges, sondern findet allgemein bei Menschen, Säugethieren und Vögeln statt. Immer führt, wie sich behaupten läßt, die Athmung, indem sie durch den Sauerstoff der Luft die Erzeugung von Kohlensäure bedingt, die größte oder wenigstens eine sehr große Quantität von Carbon hinweg. Wahrscheinlich steht diese mit der Größe des Athmungsprocesses und der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs in directer Beziehung, so daß z. B. ein Vogel auf diesem Wege mehr Kohlenstoff ausscheidet, als ein Säugethier, ein in Bewegung begriffener und in freier Luft befindlicher Mensch mehr, als ein in dem Zimmer ruhender, ein Kind mehr, als ein Erwachsener. Auch werden wir bald sehen, daß das Quantum der übrigen Ausscheidungen wahrscheinlich hierauf von Einfluß ist. Die Kohlenstoffmenge, welche mit den Excrementen entfernt wird, steht sich bei beiden Thieren ziemlich gleich, bei dem Pferde ungefähr 34½%, bei der Kuh 35½% des Carbons der eingenommenen Nahrungsmittel. Ob diese Aehnlichkeit beider Zahlen eine zufällige sei oder auf einem tiefern Gesetze beruhe, müssen künftige Erfahrungen lehren. Jedenfalls ist dieser bedeutende Kohlenstoffgehalt der Excremente der Pflanzenfresser sehr auffallend. Hier sind folgende Fälle möglich. 1) Er rührt von den unverdaut abgehenden vegetabilischen Stoffen, 2) oder von den beigemischten galligten, nicht wieder resorbirten Bestandtheilen, oder 3) von beiden Ursachen her. Das Letztere dürfte das Wahrscheinlichste sein.

Obgleich der Harn an und für sich nicht kohlenstoffarm ist (bei dem Pferde hat er 56,59%, bei der Kuh 45,14% Carbon) so werden doch durch denselben die kleinsten Quantitäten des Kohlenstoffs (bei dem Pferde nur 2,76%, bei der Kuh 5,43% des Carbons der eingenommenen Nahrungsmittel) entleert. Es ging also bei dem Pferde durch den Koth das 12fache, durch die Perspiration das 26fache, bei der Kuh durch die Excremente beinahe das 7fache, durch die Perspiration das 8 — 9fache an Kohlenstoff, von dem was der Harn ausschied, ab.

Zu einer eigenen Betrachtung geben die Verhältnisse der Kuh Veranlassung. Wir sehen, daß das neue Hauptsecret, welches hier auftritt, die Milch, ein nicht unbedeutendes Quantum Carbon (13,05% des Kohlenstoffs der Nahrungsmittel) abführt. Nichts desto weniger ist die mit den Excrementen weggehende Menge Kohlenstoff hier noch um eine geringe Menge bedeutender, als bei dem Pferde. Auch durch den Harn wurde mehr Carbon entleert. Beide Plus fallen auf die Perspiration. Denn während diese bei dem Pferde 62,59% beträgt, macht sie bei der Kuh nur 45,95% aus. Es compensirt sich also der durch die Milch und den Harn entstehende Ausfall nicht auf Kosten der Excremente, sondern auf die der Perspiration.

Aus diesen das Pferd und die milchgebende Kuh betreffenden Erfah-

rungen erhellt der wahrscheinlich allgemeiner geltende Satz, daß die erste und vorzüglichste Abführungsquelle des durch die Nahrungsmittel eingenommenen Kohlenstoffs die Perspiration ist. Den zweiten Canal bilden die Excremente, und zwar wahrscheinlich vorzugsweise durch Theile und Stoffe, welche den Verdauungscanal mehr oder minder unversehrt durchlaufen. Durch den Harn wird die geringste Quantität Carbon abgeführt. Bei der milchgebenden Kuh enthält die entleerte Milch das Zwei- bis Dreifache des durch den Harn, den zweiten bis dritten Theil des durch die Excremente und den dritten bis vierten Theil des durch die Perspiration entfernten Carbons.

2) Wasserstoff. — Hier kehren zum Theil ähnliche Verhältnisse, wie bei dem Kohlenstoff, wieder. Das größte Quantum Hydrogen (bei dem Pferde 57,16%, bei der Kuh 44,25% des Wasserstoffs der eingenommenen Nahrungsmittel) geht in die Perspirationsmaterie über. Der dieser Menge zunächst stehende größte Werth (40,27% bei dem Pferde, 34,92 bei der Kuh) fällt auf die Excremente. Die Urine beider Thiere entleeren die geringsten Mengen Wasserstoff. Bei dem Pferde wird wieder weniger (2,57%), als bei der Kuh (4,20%) auf diesem Wege abgeführt. Auch darin stellt sich eine Parallele mit dem Kohlenstoffe heraus, daß die der Milch angehörenden 16,63% Hydrogen zu einem großen Theile auf Kosten der Perspirationsmaterie geliefert werden.

Wir können daher für diese grasfressenden Thiere den Satz aufstellen, daß, wie bei dem Kohlenstoffe, die größte Menge des eingenommenen Wasserstoffs durch die Perspiration, eine nächst größere, sehr bedeutende Quantität durch die Excremente und eine verhältnißmäßig geringe Summe durch den Harn wieder entfernt wird. Ist eine reichliche, nicht wasserstoffarme Secretion, wie die Milch, vorhanden, so fällt die dadurch entstehende Hydrogendifferenz vorzugsweise auf die Perspiration und zum Theil auf die Excremente, nicht aber auf den Harn. Der letztere entleerte bei dem Pferde ungefähr den sechszehnten Theil desjenigen Hydrogens, welcher durch die Excremente, und den zwei- bis dreiundzwanzigsten Theil desjenigen, was durch die Perspiration abgeht. Bei der Kuh trat durch die Milch beinahe viermal, durch die Excremente acht- bis neunmal und durch die Perspiration zehn- bis eilfmal so viel Wasserstoff, als durch den Harn heraus.

3) Sauerstoff. — Auch hier fallen das Maximum auf die Perspiration, die nächst größere Zahl auf die Excremente und die Minima auf (die Milch und) den Harn. Bei dem Pferde werden fast dieselben relativen Mengen Sauerstoffs, wie Wasserstoffs durch Perspiration und Excremente entleert. Denn wir haben in den ersteren $O = 57{,}53$, $H = 57{,}16$; in den letzteren $O = 41{,}41$, $H = 40{,}27$. Der Urin dagegen führt nicht nur am wenigsten Oxygen ab, sondern entleert von diesem Stoffe verhältnißmäßig weniger, als von Kohlenstoff und Wasserstoff, da $O = 1{,}06$, H dagegen $= 2{,}57$ und $C = 2{,}76$ betrug. Wie bei der Kuh die Perspiration auf Kosten der Milchabsonderung geringer ist, so ist zwar die auf diesem Wege entleerte Menge Sauerstoffs geringer als bei dem Pferde (bei diesem $O = 57{,}53$, bei der Kuh $= 48{,}38$); allein die Perspiration der Kuh führt relativ mehr Sauerstoff ab und bedarf, wie auch schon die oben entwickelte Formel beweis't, daher etwas weniger Sauerstoff der Luft, um Kohlensäure und Wasser zu bilden.

Bei dem Pferde entfernten die Excremente das Neununddreißigfache, die Perspiration das Vier- bis Fünfundfunfzigfache des Sauerstoffs, welcher durch den Harn abging. Bei der Kuh entleerte der Harn ungefähr

$\frac{1}{5}$ weniger Oxygen als die Milch, und beinahe $\frac{1}{6}$ der Totalquantität des in den Excrementen und nicht ganz $\frac{1}{8}$ der Summe des in der Perspiration enthaltenen Sauerstoffs.

4) Stickstoff. — Hier ändern sich die Verhältnisse sogleich. Von vorn herein ist der procentige Gehalt der Nahrungsmittel der beiden grasfressenden Thiere an Nitrogen sehr gering, bei dem Pferde 0,54% der Totalquantität der Speisen und Getränke, und 1,81% der in diesen enthaltenen organischen Stoffe, bei der Kuh 0,24% der Totalsumme der Nahrungsmittel und 2,09% der in diesen enthaltenen organischen Substanzen. Allein selbst diese geringen Mengen vertheilen sich (abgesehen von der Schwierigkeit, den Stickstoff bei Elementaranalysen dem Volumen nach scharf zu bestimmen, und abgesehen davon, daß bei kleineren Grundsummen kleine Quantitätsirrthümer, große Procentirrthümer bedingen) ganz anders. Das Maximum fällt bei beiden Thieren auf die Excremente (bei dem Pferde 55,67%, bei der Kuh 45,66% des Stickstoffs der eingenommenen Nahrungsmittel), und mehr als die Hälfte davon auf den Harn (bei dem Pferde 27,12%, bei der Kuh 18,11%). Das Minimum ging durch die Perspiration, wahrscheinlich nicht sowohl durch Lungen- und Hautausdünstung, als durch die Hautabschuppung, die Häutung der Epithelien, den Nasenschleim, Mundschleim, die Thränen und andere Absonderungen hinweg. Zieht man die kleinen Mengen organischer Stoffe, welche durch Harn überhaupt entleert werden, in Betracht, so bestätigt sich auch hier seine vorzugsweise Bestimmung, aus dem Blute reichliche Stickstoffproducte abzuführen. Was die Excremente betrifft, so haben wir in ihnen eine Mischung von unverdaueten Nahrungsmitteln und Residuen von Galle und Darmschleim; weßhalb in ihnen die bedeutendsten Stickstoffmengen seien, läßt sich nicht direct angeben. Das Nächste wäre anzunehmen, daß eine bedeutende Masse Stickstoff enthaltender Substanzen unverdaut durch den Darm hindurchgehen. Man könnte sich aber auch denken, daß ein Theil des Nitrogens von Gallenstoffen herrührt. Stellt man sich nämlich vor, daß die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Gallenbestandtheile, wie die Cholsäure, das Cholestearin und dergl. in das Blut aufgenommen werden, um zur Bildung von Kohlensäure und Wasser beizutragen, so müßte ein Residuum von stickstoffhaltigen Producten, welche so den Stickstoffgehalt der Excremente vermehren könnte, bleiben. Bei der milchgebenden Kuh fällt der bedeutende Abgang von Stickstoff, welcher durch die Milch stattfindet (22,83%), vorzüglich theils auf den Harn, theils auf die Excremente, während, wie wir gesehen haben, der Kohlenstoff, der Wasserstoff und der Sauerstoff mehr der Perspiration in Abzug gebracht zu werden schienen.

Von den Gewichtsmengen der vier Elementarstoffe der Speisen gehen also die größten Mengen des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Sauerstoffs durch die Perspiration, die nächst größere Quantität derselben, so wie, wenn keine andere stickstoffreiche bedeutende Secretion vorhanden ist, die absolut größere Menge des Stickstoffs durch die Excremente ab. Durch den Urin tritt eine verhältnißmäßig sehr große Menge Stickstoff aus, während er kleinere, von einander nicht sehr differirende Mengen Kohlenstoff und Wasserstoff und bei dem Pferde bedeutend kleinere, bei der milchgebenden Kuh bedeutend größere Quantitäten Sauerstoff abführt. Findet zugleich eine an organischen Stoffen reiche Absonderung, wie die der Milch, statt, so kommt, wie es scheint, der Kohlenstoff, der Wasserstoff und der Sauerstoff dieses Absonderungsproductes auf Rechnung der Perspiration, so daß bei gleicher Nahrung ein ge-

ringeres Athmungsbedürfniß stattfände, während der Stickstoff sich durch geringere Mengen in Excrementen und Urin compensirt.

Es versteht sich übrigens von selbst, daß die betrachteten Versuchsreihen nur individuelle Fälle sind, aus welchen zwar das Allgemeinere zum Theil hervorleuchtet, die aber natürlich, um mit Sicherheit ganz allgemein gültige Gesetze aufzustellen, noch nicht hinreichen.

Bei den Fleischfressern, den Thieren mit gemischter Nahrung und dem Menschen fehlen noch so consequente Versuchsreihen, wie sie am Pferde und der Kuh angestellt worden sind. Dagegen besitzen wir approximative Angaben von Dalton und von Liebig. Der Erstere berechnete, wie schon oben erwähnt wurde, in seiner ersten, an sich selbst angestellten Versuchsreihe die mittlere tägliche Einnahme zu 91, den Harn zu 48,5, die Excremente zu 5 und daher die Perspiration zu 37,5 Unzen avoir du poids. Bei einer im Sommer dagegen angestellten Beobachtungsfolge betrug die letztere 44 Unzen. Nun schlägt Dalton den in den Nahrungsmitteln täglich eingenommenen Kohlenstoff zu 11,5 Unzen an. Berechnet man 48,5 Unzen entleerten Harnes à 1,25% Carbon, so hat man 0,6 Unzen Kohlenstoff. Nimmt man in den Excrementen 75% Wasser und 25% festen Rückstands und in diesem letztern 10% Kohlenstoff an, so liefern 5 Unzen Excremente 0,5 Unzen Carbon. Von den 11,5 Unzen Kohlenstoff der Nahrungsmittel werden also durch die sensiblen Ausleerungen 1,1 Unze wieder entfernt. Es kommen daher auf die Perspiration 10,4 Unzen Carbon. Diese erfordern, um 37,6 Unzen Kohlensäure zu bilden, 27,2 Unzen oder 54 bis 55 englische Loth Sauerstoff, was mit den Athmungsversuchen Daltons vollkommen genau übereinstimmen würde; denn er brachte durch das Athmen 2,3 Pfd. Kohlensäure hervor. Diese letzteren erfordern 10,08 Unzen Kohlenstoff. Außerdem blieb jedoch noch der durch die Hautausdünstung fortgehende Kohlenstoff, welchen Dalton nur auf 0,25 Unze = 0,91 Unzen Kohlensäure anschlägt, übrig.

Liebig[1]) basirt seine Zahlen auf die täglichen Rationen casernirter hessischer Soldaten. Den Kohlenstoff der Fäces, welche täglich im Durchschnitt 11,5 Loth betragen, und 75% Wasser, 11,31% Kohlenstoff und 3,29% Asche enthalten, so wie den des Urins setzte er annahmsweise dem in den Gemüsen und den in dem Wirthshause genossenen Speisen gleich. In den übrigen täglichen Nahrungsmitteln (Brod, Kartoffeln, Fleisch, Linsen, Bohnen, Erbsen und dgl.) befanden sich im Durchschnitte 27,8 Loth Kohlenstoff, welche nach obiger Hypothese auf die Perspiration kommen würden. Dieses Quantum erfordert 73 Loth Sauerstoff, um 100,5 Loth Kohlensäure zu bilden. Diese Zahlen stimmen ebenfalls gut mit den über den mittleren Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft bekannt gewordenen Werthen. Denn nehmen wir mit Burdach[2]) den Mittelwerth der binnen 24 Stunden ausgeathmeten Kohlensäure zu 23448 Gran an, so entspricht dieses 6482,6 Gr. = 27,01 Loth Kohlenstoff. Es kämen dann 0,79 Loth Carbon auf Hautausdünstung, Abschuppung der Oberhaut und der Epithelien, die abfließenden Mengen von Nasenschleim, Thränen und dgl. Es versteht sich übrigens von selbst, daß diese Zahlen 11,5 Unzen avoir du poids (= 22,3 Loth preuß. Gewicht) nach Dalton bis 27,8 Loth, nach Liebig nur ungefähre

---

[1]) Augsburger allgemeine Zeitung 1840. S. 2835. Erste Abhandlung über die Ernährung S. 13.

[2]) Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. V. 1835. 8. S. 219.

Werthe sind, welche in einzelnen Fällen kaum erreicht, in anderen überschritten werden dürften. So führt auch schon Liebig selbst an[1]), daß jeder Gefangene im Arbeitshause zu Mariaschloß 21 Loth, im Arresthause zu Gießen nur 19 Loth Kohlenstoff täglich verzehre. Bei beiden Versuchsreihen übrigens bleibt zu bestimmen, welche Mengen Sauerstoff zuzuführen sind, um den freien Wasserstoff der Nahrungsmittel und der Perspirationsmaterie zu Wasser zu oxydiren.

III. Quantitäten der vorzüglichsten Stoffe der feuerbeständigen Salze. — Da in dieser Beziehung, so viel ich weiß, noch keine Versuchsreihe existirt, so benutzte ich meine oben erwähnte Beobachtungsfolge am Pferde, um die nothwendigen Materialien zu gewinnen. So wenig Zeit und Mühe ich hierbei auch sparte, so fielen die Resultate in einzelnen Punkten doch weniger befriedigend aus, als ich es theoretisch erwartet hatte. Alle Produkte mit Ausnahme des Trinkwassers, welches aus einem sich ungefähr gleichbleibenden fließenden Brunnen kam, rührten, wo es nicht besonders vermerkt ist, von den oben erwähnten einzelnen Versuchstagen her.

1. Trinkwasser[2]). — 0,790 Grm. des im Platintiegel geglühten festen Rückstands enthielten 0,024 Kieselsäure, 0,352 Kalkerde, 0,012 Talkerde, 0,053 Schwefelsäure, 0,010 Chlor, 0,004 Eisenoxyd und 0,335 Kohlensäure und Alkalien. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen festen Rückstands.	In 100 Theilen frischen Wassers à 0,051% festen Rückstands.	In 60 Pfd. frischen Wassers der täglichen Ration à 0,0306 Pfd. festen Rückstands.
Kieselsäure	3,03	0,00155	0,0009
Kalkerde	44,56	0,02273	0,0136
Bittererde	1,52	0,00077	0,0005
Schwefelsäure	6,71	0,00342	0,0020
Chlor	1,27	0,00065	0,0004
Eisenoxyd	0,51	0,00026	0,0002
Kohlensäure und Alkalien	42,40	0,02162	0,0130
		0,05100	0,0306
Wasser	» »	99,94900	59,9694
	100,00	100,00000	60,0000 Pfd.

[1]) A. a. O. S. 30.

[2]) Der durch gelindes Abdampfen einer größern Menge Trinkwassers erhaltene feste Rückstand wurde, um die geringe Menge seiner organischen Stoffe zu vertreiben, im Platintiegel, bis er nichts mehr an Gewicht verlor, durchglüht und hierauf quantitativ bestimmt. Er wurde dann mit concentrirter Salpetersäure so lange versetzt, bis sich nichts mehr auflöste, und hierauf von neuem bei gelinder Wärme zur Trockniß verdampft. Der trockne Rückstand wurde mit concentrirter Salpetersäure durchfeuchtet und mit Wasser behandelt. Das auf dem Filtrum gesammelte Unlösliche wurde getrocknet, geglüht, unmittelbar nach dem Erkalten gewogen und als Kieselsäure verrechnet. Die durch das Filtrum gegangene Lösung, welche natürlicherweise sauer war, wurde mit salpetersaurem Silberoxyd niedergeschlagen. Da hierbei, wie schon die röthliche Farbe des vor dem Lichte geschützten Präcipitates anzeigte, auch Eisenoxyd mit niederfiel, so wurde der Niederschlag getrocknet, quantitativ bestimmt und von neuem mit concentrirter Salpetersäure ausgezogen. Die

Die Bestimmungen der Kieselsäure, der Kalkerde, des Chlors und Eisenoxyds glaube ich für exact halten zu können. Dagegen ist vielleicht die Zahl der Schwefelsäure etwas zu groß, die der Bittererde dagegen vielleicht etwas zu klein.

Wir können uns nun folgende Zusammensetzung[1]) denken:

Bestandtheile.	In 100 Theilen festen Rückstands.	In 100 Theilen frischen Wassers	In 60 Pfd. der täglichen Ration.
Kieselsäure	3,03	0,00155	0,0009
Schwefelsaurer Kalk	11,48	0,00585	0,0035
Kohlensaurer Kalk	70,69	0,03605	0,0216
Chlormagnesium	0,99	0,00050	0,0004
Kohlensaurer Talk	2,14	0,00109	0,0006
Chloreisen	1,05	0,00054	0,0003
Kohlensaure Alkalien	10,62	0,00542	0,0033
	100,00	0,05100	0,0306
Wasser	» »	99,94900	59,9694
	100,00	100,00000	60,0000 Pfd.

Das Trinkwasser kam aus dem untern Brunnen der hiesigen Thierarzneischule. Bei der Analyse eines in einer benachbarten Gegend befindlichen Brunnens, des sogenannten Schützenmattbrunnens, erhielt Pagenstecher[2]) vor mehren Jahren 0,055% festen Rückstands, und zwar 0,00050% Kieselsäure, 0,02580 Kalkerde, 0,00080 Bittererde, 0,00320 Schwefelsäure, 0,00150 Chlor, 0,01870 an Kalk und Talk gebundene Kohlensäure, 0,00020 Eisenoxyd und 0,00440 salpetersaures Kali und Natrium (mit Chlor verbunden). —

2. Heu[3]). — 1,193 Grm. Heuasche enthielten 0,309 Grm. Kiesel-

---

salpetersaure Lösung bildete auch mit Cyaneisenkalium eine starke Fällung von Berlinerblau. Der Verlust ergab das Eisenoxyd, während aus dem zurückbleibenden Hornsilber die Menge des Chlors berechnet wurde. Nach Ausfällung des überschüssigen Silbers durch Salzsäure wurde die Schwefelsäure durch Chlorbarium bestimmt. Nach Entfernung des überschüssigen Baryts durch Schwefelsäure, die tropfenweise zugesetzt wurde, wurde das Ganze verdampft, wieder mit angesäuertem Wasser behandelt, mit Chlorammonium versetzt, durch Ammoniak alkalisch gemacht, und mit kleesaurem Ammoniak gefällt. Der durch Verbrennung des oxalsauren Kalkes erhaltene kohlensaure Kalk wurde quantitativ bestimmt. Die Fällung des Talkes geschah durch phosphorsaures Natron.

[1]) Ob die Combination des Eisens mit dem Chlor naturgemäß ist oder nicht, bleibt dahingestellt. Für unsern Bedarf der verzeichneten Tabelle ist übrigens die Sache vollkommen gleichgültig.

[2]) Uebersicht der frequentesten öffentlichen Brunnen der Stadt Bern und ihrer nächsten Umgebung. Nr. 4.

[3]) Die schon ziemlich weiß geglühte Asche wurde im Platintiegel mit einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak durchfeuchtet, gelinde getrocknet und von neuem durchglüht, bis sie vollkommen grauweiß war und nichts mehr an Gewicht verlor. Nach einem Wasserauszuge wurde die Chlorbestimmung gemacht. Die quantitativ bestimmte Aschenportion wurde im Platintiegel mit ungefähr dem vierfachen von zerfallenem und getrocknetem kohlensauren Natron gemengt. Der Platintiegel wurde in einen hessischen Tiegel und dieser in einen zu einem Zugofen eingerichteten Passauertiegel gestellt und über Kohlensäure bei intensiver Rothglüh- bis Weißglüh-

säure, 0,248 Grm. Kalkerde, 0,035 Grm. Bittererde, 0,104 Grm. Phosphorsäure, 0,056 Schwefelsäure, 0,027 Chlor und 0,414 Kohlensäure, Alkalien und geringe Mengen von Thonerde, Kupfer, Eisen und Mangan. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen lufttrockenen Heues à 6,02% Asche.	In 20 Pfd. lufttrockenen Heues der täglichen Ration à 1,2040 Pfd. Asche.
Kieselsäure	25,90	1,55	0,3118
Kalkerde	20,79	1,25	0,2503
Bittererde	2,93	0,18	0,0353
Phosphorsäure	8,72	0,53	0,1050
Schwefelsäure	4,69	0,28	0,0565
Chlor	2,27	0,14	0,0273
Kohlensäure und Alkalien	34,70	2,09	0,4178
	100,00	6,02	1,2040
Organische Stoffe		82,31	16,4620
Wasser		11,67	2,3340
	100,00	100,00	20,0000 Pfd.

Wir können uns daher die Zusammensetzung dieser Heuasche folgendermaßen combiniren:

Bestandtheile.	In 100 Thln Asche.	In 100 Thln. lufttrockenen Heues.	In 20 Pfd. lufttrockenen Heues der täglichen Ration.
Kieselsäure	25,90	1,55	0,3118
Basisch phosphorsaure Kalkerde	17,99	1,08	0,2166
Schwefelsaure Kalkerde	2,52	0,15	0,0304
Kohlensaure Kalkerde	18,78	0,13	0,2261
Schwefelsaure Bittererde	4,73	0,29	0,0569
Chlormagnesium	3,08	0,19	0,0371
Kohlensaures Alkali	27,00	1,63	0,3251
	100,00	6,02	1,2040
Organische Stoffe	» »	82,31	16,4620
Wasser	» »	11,67	2,3340
	100'00	100,00	20,0000 Pfd.

hitze anhaltend behandelt. Die nach dem Schmelzen erhaltene blaugrüne, türkisfarbene Glasmasse wurde in eine große Abrauchschaale gebracht, mit concentrirter Salzsäure sehr allmälig, um allen durch das Sprützen, vermöge der Kohlensäureentwicklung, entstehenden Verlust zu vermeiden, behandelt, von Neuem zum trockenen Rückstande bei gelinder Wärme verdampft, wiederum mit Salzsäure durchfeuchtet und mit Wasser versetzt. Die zurückbleibende vollkommen weiße Kieselsäure wurde auf dem Filtrum gesammelt, vollständig ausgewaschen, getrocknet, im Platintiegel geglüht, bei dem Erkalten bedeckt, und unmittelbar nach demselben gewogen. Die salzsaure Lösung a wurde durch kohlensaures Kali gesättigt, mit einer bedeutenden Menge überschüssigen kohlensauren Kalis versetzt und anhaltend gekocht.

Wenn wir uns die Kieselsäure nicht frei, sondern als einfaches Kalisilicat denken, so erhalten wir einen gesonderten Werth von Kali, welcher dem als kohlensaures Alkali betrachteten Deficit ziemlich nahe kommt. Wir hätten dann:

Bestandtheile.	In 100 Thln. Asche.	In 100 Thln. Heu.	In 20 Pfd. der täglichen Ration.
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	17,99	1,08	0,2166
Schwefelsaurer Kalk	2,52	0,15	0,0304
Kohlensaurer Kalk	18,78	1,13	0,2261
Schwefelsaure Bittererde . . .	4,73	0,29	0,0569
Chlormagnesium	3,08	0,19	0,0371
Einfaches Kalisilicat	52,37	3,15	0,6305
Kohlensaures Alkali	0,53	0,03	0,0064
	100,00	6,02	1,2040
Organische Stoffe	» »	82,31	16,4620
Wasser	» »	11,67	2,3340
	100,00	100,00	20,0000 Pfd.

Bei einer angestellten Probe entführte der Wasserauszug 38,5% Asche.

Bei zwei Proben andern Heues, welche ich in Betreff des Kieselsäuregehaltes anstellte, kam ich auf 27,19% und 27,33% Kieselsäure[1]).

3. Hafer[2]). — 1,250 Grm. Haferasche enthielten, 0,668 Grm. Kieselsäure, 0,144 Grm. Kalkerde, 0,072 Talkerde, 0,232 Grm. Phosphor-

Nach Filtrirung der Flüssigkeit wurde das Filtrat mit einer neuen Menge kohlensauren Kalis gekocht und wieder filtrirt, sobald sich noch etwas niederschlug. Da sich in dem auf dem Filtrum befindlichen Präcipitate Phosphorsäure, Kohlensäure, Kalk, Talk und Spuren von Eisen und Mangan befanden, so wurde der Niederschlag getrocknet, quantitativ bestimmt und von neuem mit kohlensaurem Natron geschmolzen. Die erhaltene blaugrüne bis grüngraue Masse wurde mit Wasser behandelt. Da nun in dieser Lösung die Phosphorsäure an Natron gebunden existirte, so wurde mit Salzsäure alle Kohlensäure entfernt, das Ganze zur vollständigen Vertreibung der Kohlensäure durchkocht und mit Baryt gefällt. Hiernach wurde dann aus dem phosphorsauren Baryt die Phosphorsäure berechnet. Der von dem Wasserauszuge bleibende Niederschlag wurde getrocknet, gewogen, in Salzsäure aufgelös't, mit Chlorammonium und Ammoniak zur Alkalescenz versetzt und mit oxalsaurem Kalke gefällt. Die Bestimmung der Bittererde erfolgte durch phosphorsaures Ammoniak. Der Rückstand der Solution wurde noch für die Schwefelsäurebestimmung benutzt. Neben diesem durch meinen Collegen Brunner mir vorgeschlagenen Gang der Untersuchung unternahm ich noch eine zweite Probe. Die salpetersaure Lösung a wurde hier mit Ammoniak gefällt, um die phosphorsauren Erden zu entfernen, und dann mit Chlorammonium und oxalsaurem Ammoniak versetzt, um die Menge des kohlensauren Kalks zu bestimmen.

[1]) Was den Gehalt an Kupfer und an Thonerde betrifft, so existiren beide vielleicht spurweise. Nach Abscheidung der Kieselsäure und Ausfällung des Kalkes und Talkes aus der salpetersauren Lösung erhielt ich durch Eisenkaliumcyanür einen rothen bis rothbraunen Niederschlag, der jedoch erst nach 24stündigem Stehen sichtbar wurde. Wurde aber jene Flüssigkeit mit kaustischem oder kohlensaurem Ammoniak versetzt, so färbte sie sich nicht blau, obgleich sich nach dem Stehen ein weißes Präcipitat ansetzte. Das letztere dürfte vielleicht auf einen sehr geringen Thonerdegehalt deuten. Sollte (wie Berthier schon angiebt) Kupfer vorhanden sein, so existirt wohl nur eine äußerst geringe Spur desselben.

[2]) Der Gang der Untersuchung war hier der gleiche, wie bei der Analyse der Heuasche. Nur wurde hier die Phosphorsäure durch neutrales essigsaures Bleioxyd

säure, 0,064 Grm. Schwefelsäure, 0,024 Grm. Chlor und 0,046 Kohlensäure und Alkalien (so wie etwas Eisen und Mangan). Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Thln. Asche.	In 100 Thln. lufttrck. Hafers à 3,13% Asche.	In 4 Pfd. lufttrck. Hafers täglicher Rat. à 0,1252 Pfd. Asche.
Kieselsäure	53,44	1,67	0,0669
Kalkerde	11,52	0,36	0,0144
Bittererde	5,76	0,18	0,0072
Phosphorsäure	18,56	0,58	0,0233
Schwefelsäure	5,12	0,16	0,0064
Chlor	1,92	0,06	0,0024
Kohlensäure und Alkalien . . .	3,68	0,12	0,0046
	100,00	3,13	0,1252
Organische Stoffe	» »	84,75	3,3900
Wasser	» »	12,12	0,4848
	100,00	100,00	4,0000 Pfd.

Wir können uns daher die Zusammensetzung des angewendeten Futterhafers folgendermaßen denken:

Bestandtheile.	In 100 Thln. Asche.	In 100 Thln. lufttrck. Hafers.	In 4 Pfd. lufttrck. Hafers der täglichen Ration.
Kieselsäure	53,44	1,67	0,0669
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	22,35	0,70	0,0280
Phosphorsaurer (und z. Thl. vielleicht kohlensaurer) Talk . . .	12,21	0,38	0,0153
Schwefelsaurer Talk	3,77	0,12	0,0047
Schwefelsaures Natron	4,68	0,15	0,0058
Chlornatrium	3,18	0,10	0,0040
Kohlensaures Alkali	0,37	0,01	0,0005
	100,00	3,13	0,1252 Pfd.

Ich glaube die in der ersten Tabelle verzeichneten Zahlen für approximativ richtig halten zu müssen, weil auch die Proben befriedigend stimmten. Nur in Betreff der Phosphorsäure habe ich vielleicht einen etwas zu großen Werth angegeben, weil mit dem phosphorsauren Bleioxyd immer etwas kohlensaures niederfällt. Als ich zur nähern Prüfung das geglühte Präcipitat mit Essigsäure behandelt hatte, verunglückte es. Durch den Ammoniakniederschlag erhielt ich 22,09% phosphorsaure Kalkerde und nur 10,96% phosphorsaure Bittererde. Uebrigens variirt auch der Gehalt an Kieselsäure, je nachdem mehr oder weniger Samenmasse und mehr oder weniger Spelzen in dem Hafer vorhanden sind. Bei zwei anderen in dieser Hinsicht angestellten Proben hatte ich 60,33% und 61,08%. Saussure[1]) kam

als phosphorsaures Bleioxyd gefällt. In der Nebenprobe überzeugte ich mich auch von der Richtigkeit der von Saussure schon gemachten Erfahrung, daß die Haferasche keine kohlensaure Kalkerde (oder vielleicht nur eine Spur derselben) enthalte.

[1]) A. a. O. Nr. 64.

auf 60% Kieselsäure und 24% phosphorsaure Kalkerde. Seine für die in Wasser löslichen Bestandtheile angegebene Zahl 1% das eine Mal und 15% das zweite Mal dürfte kaum richtig sein. Nach der oben vorgeschlagenen Berechnung hätten wir 12% in Wasser löslich. Im Versuche kam ich auf 11,04 bis 10,72%. Noch muß ich endlich auf eine wahrscheinliche Unrichtigkeit in der obigen Combination aufmerksam machen. Nach dem Gesetze, daß in den Landpflanzen das Kali vorherrscht, das Natron mehr oder minder oder gänzlich zurücktritt, dürften die als schwefelsaures Natron und Chlornatrium angeführten Werthe in schwefelsaures Kali und Chlorkalium umzusetzen sein. Da ich jedoch keinen besondern Schmelzversuch mit kohlensaurer Baryterde vorgenommen und überhaupt das Kali nicht speciell aufgesucht habe, so wollte ich auch keinen positiv darstellbaren Stoff, den ich jedoch nicht nachgesucht habe, in die Berechnung eintragen.

Nach diesen Datis können wir uns nun folgende Einnahmetabelle entwerfen.

Bestandtheile.	Trinkwasser.	Heu.	Hafer.	Totalsumme der täglichen Einnahme.	
Kieselsäure	0,0009	0,3118	0,0669	0,3796	
Kalkerde	0,0136	0,2503	0,0144	0,2783	
Bittererde	0,0005	0,0353	0,0072	0,0430	
Phosphorsäure . . .		0,1050	0,0233	0,1283	0,6589
Schwefelsäure . . .	0,0020	0,0565	0,0064	0,0649	
Chlor	0,0004	0,0273	0,0024	0,0301	
Kohlensäure u. Alkalien	0,0130	0,4178	0,0046	0,4354	
Eisenoxyd	0,0002	» »	» »	0,0002	
	0,0306 ℔	1,2040 ℔	0,1252 ℔	1,3598 ℔	

Berücksichtigen wir die obigen Combinationen, so hätten wir:

Bestandtheile.	Trinkwasser.	Heu.	Hafer.	Totalsumme.
Kieselsäure	0,0009	0,3118	0,0669	0,3796
Basisch phosphors. Kalk		0,2166	0,0280	0,2446
Schwefelsaurer Kalk .	0,0035	0,0304		0,0339
Kohlensaurer Kalk . .	0,0216	0,2261		0,2477
Phosphors. Bittererde.			0,0153	0,0153
Schwefels. Bittererde .		0,0569	0,0047	0,0616
Chlormagnesium . .	0,0004	0,0371		0,0375
Kohlensaure Bittererde	0,0006			0,0006
Chloreisen	0,0003			0,0003
Alkalien mit Kohlensäure oder mit Kieselsäure verbunden .	0,0033	0,3251	0,0103	0,3387
	0,0306	1,2040	0,1252	1,3598 ℔

Natürlicherweise ist bloß die erste der beiden Tabellen für die mit den Ausgaben des Organismus anzustellende Vergleichung von Bedeutung. Die zweite ist auch nur theils der Uebersicht wegen, theils zum Vergleiche der phosphorsauren Erden und sonst zu keinem andern Zwecke entworfen worden. Da bei dem Heu und dem Hafer die Menge des Eisens nicht bestimmt worden, so sind auch diese Rubriken leer geblieben. In der zweiten Tabelle wurden der Kürze wegen alle Alkalien in Eine Rubrik zusammengezogen.

4) Aschen der Urinrückstände [1]. — 1,863 Grm. Asche des Urinrückstandes des ersten Tags gaben 0,048 Grm. Kieselsäure, 0,299 Kalkerde, 0,010 Grm. Talkerde, 0,030 Grm. Chlor, 0,057 Grm. Schwefelsäure, 0,067 Grm. mit Kalk verbundene Phosphorsäure und 1,352 Grm. mit Alkalien verbundene Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Urins à 3,43 % Asche.	In der täglichen Entleerung von 8 Pfd. à 0,2744 Pfd. Asche.
Kieselsäure	2,58	0,09	0,0070
Kalkerde	16,05	0,55	0,0441
Bittererde	0,54	0,02	0,0015
Chlor	1,62	0,06	0,0044
Schwefelsäure	3,06	0,10	0,0084
Phosphorsäure	3,60	0,12	0,0099
Kohlensäure und Alkalien (und mit diesen verbundene Phosphorsäure)	72,55	2,49	0,1991
	100,00	3,43	0,2744
Organische Stoffe	» » »	4,27	0,3416
Wasser	» » »	92,30	7,3840
	100,00	100,00	8,0000 Pfd.

Die Talkerdebestimmung fiel bei dieser Untersuchung nicht exact aus. Die Zahl der Schwefelsäure und des Chlors ist im Verhältniß zu den beiden folgenden Tagen sehr klein, obgleich ich mir keines begangenen Fehlers bewußt worden bin. Ueberhaupt sind an diesem ersten Tage weniger Stoffe durch den Harn entleert worden. Wir können uns die Asche selbst unter folgender Combination denken:

[1] Die Untersuchung der Aschen des Harns, wie der der Excremente erfolgte nach ähnlichen Methoden, wie die der Aschen des Heues und des Hafers. Bei den Urinaschen mußte die Vorsicht gebraucht werden, sie mit kohlensaurem oder salpetersaurem Ammoniak vor der Analyse zu behandeln und so ihre Schwefelmetallverbindungen in schwefelsaure überzuführen, weil sich sonst bei der spätern Behandlung derselben mit Salpetersäure viel Schwefelwasserstoff entwickelt.

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Urins.	In 8 Pfd. entleerten Harns.
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	7,44	0,26	0,0204
Kohlensaurer Kalk	21,69	0,74	0,0595
Kohlensaurer Talk	1,12	0,04	0,0031
Einfaches Kalisilicat	5,22	0,18	0,0143
Chloralkaloide, schwefelsaure, phosphorsaure und kohlensaure Alkalien (und Eisen)	64,53	2,21	0,1771
	100,00	3,43	0,2744
Organische Stoffe	» » »	4,27	0,4316
Wasser	» » »	92,30	7,3840
	100,00	100,00	8,0000 Pfd.

0,734 Grm. der Asche des Urins des zweiten Tages gaben 0,027 Grm. Kieselsäure, 0,157 Grm. Kalkerde, 0,012 Grm. Talkerde, 0,057 Grm. Schwefelsäure, 0,034 Grm. Chlor und 0,447 Grm. Phosphorsäure, Kohlensäure, Alkalien und etwas Eisen. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Harns à 3,64 % Asche.	In 10 Pfd. entleerten Harns à 0,3637 Pfd. Asche.
Kieselsäure	3,68	0,13	0,0134
Kalkerde.	21,39	0,78	0,0778
Bittererde	1,64	0,06	0,0060
Schwefelsäure	7,76	0,28	0,0282
Chlor	4,63	0,17	0,0169
Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien	60,90	2,22	0,2214
	100,00	3,64	0,3637
Organische Stoffe	» » »	4,42	0,4418
Wasser	» » »	91,94	9,1945
	100,00	100,00	10,0000 Pfd.

Da die Ammoniakfällung nur 2,32 % phosphorsaure Kalkerde gab, so können wir uns folgende Combination denken:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Harns.	In 10 Pfd. entleerten Urins.
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	2,32	0,08	0,0084
Kohlensaurer Kalk	35,87	1,30	0,1304
Kohlensaurer Talk	3,40	0,12	0,0124
Einfaches Kalisilicat	7,44	0,27	1,0270
Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien	50,97	1,87	0,1855
	100,00	3,64	0,3637 Pfd.
Organische Stoffe	» » »	4,42	0,4418
Wasser	» » »	91,94	9,1945
	100,00	100,00	10,0000 Pfd.

1,009 Grm. Asche des Urinrückstands des dritten Tages lieferten 0,021 Grm. Kieselsäure, 0,175 Grm. Kalkerde, 0,008 Grm. Talkerde, 0,047 Grm. Schwefelsäure, 0,038 Chlor und 0,720 Grm. Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Harns à 3,72 % Asche.	In 12 Pfd. gelassenen Urins à 0,4464 Pfd. Asche.
Kieselsäure	2,08	0,08	0,0093
Kalkerde	17,34	0,65	0,0774
Bittererde	0,79	0,03	0,0035
Schwefelsäure	4,66	0,17	0,0208
Chlor	3,77	0,14	0,0168
Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien	71,36	2,65	0,3186
	100,00	3,72	0,4464
Organische Stoffe	» » »	3,82	0,4584
Wasser	» » »	92,46	11,0952
	100,00	100,00	12,0000 Pfd.

Da der Ammoniakniederschlag 2,87 % phosphorsaure Kalkerde lieferte, so haben wir:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Harns.	In 12 Pfd. gelassenen Harns.
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	2,87	0,10	0,0128
Kohlensaurer Kalk	28,18	1,05	0,1258
Kohlensaurer Talk	1,64	0,06	0,0073
Einfaches Kalisilikat	4,21	0,16	0,0188
Phosphorsaure und kohlensaure Alkalien	63,10	2,35	0,2817
	100,00	3,72	0,4464
Organische Stoffe	» » »	3,82	0,4584
Wasser	» » »	92,46	11,0952
	100,00	100,00	12,0000 Pfd.

Nach diesen Datis können wir nun aus den drei Versuchstagen folgende für den Zeitraum von 24 Stunden gültige Mitteltabelle der Urine entwerfen.

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Urins à 3,60 % Asche.	In 10 Pfd. Harn à 0,3615 Pfd. Asche.
Kieselsäure	2,78	0,10	0,0099
Kalkerde	18,26	0,66	0,0665
Bittererde	0,99	0,04	0,0037
Schwefelsäure	5,16	0,18	0,0178
Chlor	3,34	0,12	0,0140
Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien	69,47	2,49	0,2496
Organische Stoffe	» » »	4,17	0,4139
Wasser	» » »	92,24	9,2246
	100,00	100,00	10,0000 Pfd.

Berücksichtigen wir die oben angenommenen Combinationen, so haben wir:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Urins	In 10 Pfd. entleerten Urins.
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	4,21	0,15	0,0139
Kohlensaurer Kalk	28,58	1,03	0,1052
Kohlensaurer Talk	2,05	0,08	0,0076
Einfaches Kalisilicat	5,62	0,20	0,0200
Chloralkaloide, schwefelsaure, phosphorsaure und kohlensaure Alkalien	59,54	2,13	0,2148
Organische Stoffe	» » »	4,17	0,4139
Wasser	» » »	92,24	9,2246
	100,00	100,00	10,0000 Pfd.

Bei den Combinationen habe ich aus zwei Ursachen die gefundene Talkerde als kohlensaure und nicht als schwefelsaure oder als Chlormagnesium eingetragen, weil ich 1) die Wasserauszüge der Aschen nicht auf Magnesia quantitativ untersucht habe und 2) weil ich aus später anzuführenden Gründen (s. d. Art. Gewebe) glauben muß, daß wenigstens ein großer Theil der Bittererde nicht in dem Wasser des Urins aufgelös't, sondern in den mechanisch beigemengten krystallinischen Kugeln als kohlensauerer Talk enthalten ist.

5) Aschen der Excrementrückstände. — Hier konnte die Untersuchung minder vollständig und sicher gemacht werden, weil ich den Fehler begangen hatte, von den beiden ersten Versuchstagen zu wenig Substanz aufzubewahren. Es mußte daher mit zu kleinen Mengen gearbeitet werden.

0,452 Grm. Asche der Excremente des ersten Tages hatten 0,204 Grm. Kieselsäure, 0,041 Grm. Kalkerde, 0,022 Grm. Talkerde und 0,185 Grm. Phosphorsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor und Alkalien.

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischer Excremente à 1,83 % Asche.	In 36 Pfd. entleerter Excremente. à 0,6588 Pfd. Asche.
Kieselsäure	45,13	0,82	0,2973
Kalkerde	9,07	0,17	0,0597
Bittererde	4,87	0,09	0,0321
Phosphorsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor und Alkalien .	40,93	0,75	0,2697
	100,00	1,83	0,6588
Organische Stoffe	» » »	16,19	5,8284
Wasser	» » »	81,98	29,5128
	100 00	100,00	36,0000

0,370 Grm. Asche der Excremente des zweiten Tages gaben 0,180 Grm. Kieselsäure, 0,043 Kalk, 0,021 Bittererde, 0,009 Grm. Chlor und 0,117 Grm. Phosphorsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure und Alkalien. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischer Excremente à 1,53 % Asche.	In 34 Pfd. entleerter Excremente à 0,5202 Pfd. Asche.
Kieselsäure	48,65	0,74	0,2531
Kalkerde	11,62	0,18	0,0605
Bittererde	5,68	0,09	0,0295
Chlor	2,43	0,04	0,0126
Phosphorsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure und Alkalien	31,62	0,48	0,1645
	100,00	1,53	0,5202
Organische Stoffe	» » »	15,86	5,3924
Wasser	» » »	82,61	28,0874
	100,00	100,00	34,0000

Nach den Untersuchungen von Brunner und von mir enthielten 0,598 Grm. Asche der Excremente des dritten Tages 0,272 Grm. Kieselsäure, 0,089 Grm. Kalkerde, 0,017 Grm. Talkerde, 0,005 Grm. Schwefelsäure, 0,008 Grm. Chlor und 0,207 Grm. Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien. Von der gesammten Asche waren 6,92 % in Wasser löslich. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischer Excremente à 1,71 % Asche.	In 33 Pfd. entleerter Excremente à 0,5643 Pfd. Asche.
Kieselsäure	45,48	0,78	0,2566
Kalk	14,88	0,26	0,0840
Bittererde	2,84	0,05	0,0160
Schwefelsäure	0,85	0,01	0,0048
Chlor	1,34	0,02	0,0076
Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien	34,61	0,59	0,1953
	100,00	1,71	0,5643
Organische Stoffe	» » »	17,71	5,8443
Wasser	» » »	80,58	26,5914
	100,00	100,00	33,0000 Pfd.

Bei allen Excrementaschen zeigten sich Spuren von Thonerde. Nur bei der des ersten Tages rief Cyaneisenkalium einen deutlichen braunrothen Niederschlag hervor.

Nach diesen Daten können wir für die Excrementaschen folgende Mitteltabelle für den Zeitraum von 24 Stunden entwerfen:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischer Excremente à 1,69 % Asche.	In 34⅓ Pfd. der mittleren täglichen Entleerung.
Kieselsäure	46,42	0,78	0,2690
Kalkerde	11,86	0,20	0,0681
Talkerde	4,46	0,08	0,0259
Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien	37,26	0,63	0,2181
Organische Stoffe	» » »	16,59	5,6883
Wasser	» » »	81,72	28,0639
	100,00	100,00	34,3333 Pfd

Zur Vorsicht wurde das Pferd, während die chemischen Untersuchungen dauerten, unter denselben Verhältnissen fortgehalten und mit denselben Rationen derselben Materialien fortgefüttert. Da nun die Excrementaschen der Versuchstage in so geringen Mengen untersucht werden mußten und die nothwendige Multiplication der erhaltenen Zahlen etwa vorhandene Fehler sehr bedeutend machen mußte, so hatte Brunner die Güte, die Asche der Excremente eines spätern Tages, den wir zum Unterschiede von den drei Versuchstagen mit dem Namen des extraordinären Tages belegen wollen, genau zu untersuchen. Er erhielt in der ersten Analyse 43,731 % Kieselsäure, 2,635 % phosphorsaure

Kalkerde, 12,704 % kohlensaure Kalkerde, 10,020 % kohlensaure Talkerde, 1,480 % schwefelsaures Natron, 11,895 % kohlensaure Alkalien mit etwas Chlorkalium und 17,535 % mit Kieselsäure verbundene Alkalien. Bei einer zweiten Probeanalyse hatte er 43,544 % Kieselsäure, 15,50 % kohlensauren Kalk (denjenigen, welcher als phosphorsaurer existirt, mit eingeschlossen), 6,210 % kohlensauren Talk. Da der letztere Werth von dem der ersten Analyse differirt, so wollen wir aus beiden das Mittel = 8,115 % kohlensaure Bittererde annehmen. Legen wir die oben gefundenen Mittel von 1,69 % Asche und 0,5811 Pfd. täglicher Excrementasche zum Grunde, so haben wir:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischer Excremente	In 0,5811 Pfd. Asche aus täglicher Ausleerung.
Kieselsäure	43,731	0,74	0,2541
Kalkerde	8,509	0,14	0,0495
Bittererde	3,920	0,07	0,0228
Phosphorsäure	1,277	0,02	0,0074
Schwefelsäure	0,831	0,01	0,0048
Kohlensäure, Chlor und Alkalien (nebst Spuren von Thonerde) .	41,732	0,71	0,2425
	100,000	1,69	0,5811

Natürlicherweise ist es ein nicht ganz begründetes Verfahren, daß ich bei der Berechnung dieser Excrementasche die bei den drei Versuchstagen gefundenen Mittelzahlen zum Grunde lege. Ich würde auch die letztere Tabelle ganz hinweggelassen haben, wenn ich nicht in ihr die Zahlen der Phosphorsäure, welches bei den drei Experimenttagen genau zu erhalten unmöglich war, hätte eintragen wollen. Uebrigens sieht man, daß trotz der willkürlichen Grundlegung des Mittels die hier gefundenen Zahlen sich nicht gar so bedeutend von den bei den drei Versuchstagen gefundenen mittleren Werthen entfernen. Von wesentlicher Bedeutung ist, wie wir sehen werden, daß die Talkerdewerthe so nahe kommen und erst in der dritten Decimalstelle von einander abweichen. Daß die Variation der Kalkerde von untergeordnetem Belang sei, erhellt theils bei einigem Nachdenken von selbst, theils wird es später erörtert werden.

Ehe wir nun das etwas gewagte Experiment, mit dem Organismus des zu dem Versuche gebrauchten Thiers gewissermaßen eine Rechnung abzuschließen unternehmen, müssen wir erst genau prüfen, was für Resultate überhaupt von einer solchen Handlungsweise zu erwarten sind. Da, wie wohl jetzt jeder mit der Zeit fortgeschrittene Physiolog und Chemiker glauben wird, die organischen Körper die Fähigkeit nicht haben, Stoffe, welche die gegenwärtige Chemie für einfach erklärt, zu erzeugen oder den einen in den andern umzuwandeln, so werden wir immer eine bedeutend größere, durch die Nahrungsmittel erfolgende Einnahme, als durch die Excremente und den Harn ausgegeben wird, zu erwarten haben. Dieses bestätigt sich auch sowohl für jeden einzelnen Tag als für das Mittel aller drei Tage, als auch für den Fall, wenn wir die Werthe der Excrementasche des extraordinären Tages mit den Mittelwerthen der Urine addiren, und selbst wenn wir noch die später zu erwähnenden Reductionen vornehmen. Was die einzelnen Zahlen betrifft, so ist auf sie als bestimmte Zahlen kein besonderer Werth zu legen, weil eine Reihe von drei Tagen eine zu

kurze Zeit und die Beobachtung Eines Thiers zu wenig ist. Dagegen liefern sie, was auch im Ganzen wichtiger ist, die Anzeige, von welchem Stoffe mehr oder weniger aufgenommen und welche Materie in größerer oder geringerer Menge durch Excremente und Urin ausgeleert wird. Nur in diesem Sinne werden wir daher auch aus der Abrechnung Schlußfolgerungen ziehen. Unter den einzelnen Stoffen sind die Werthe der Kalkerde am sichersten, weil ihre Bestimmung in jeder Beziehung am genauesten gemacht werden kann. Schon fehlerhafter sind die Zahlen der Talkerde, weil, man mag sie durch phosphorsaures Natron oder phosphorsaures Ammoniak fällen und den Niederschlag sorgfältig auswaschen, immer etwas zu kleine Zahlen herauskommen. Die in neuester Zeit zu ihrer Bestimmung empfohlene Methode von Berzelius war mir leider, als diese Untersuchungen angestellt wurden, noch nicht bekannt. In Betreff der Kieselsäure müssen wir bei der Abrechnung noch eine Rectification vornehmen, wie später ausführlicher erläutert werden soll. Die Zahlen der Schwefelsäure und des Chlors können wir als approximativ richtig ansehen. Nur tritt der eine Umstand entgegen, daß sie nicht bei allen Excrementaschen exact bestimmt werden konnten. In den Zahlen für die Summe der Kohlensäure und die Alkalien tritt nothwendig eine Schwankungsgröße hinzu, weil in dem Urine die harn- oder hippursauren Salze mit fixen Basen durch das Brennen in kohlensaure verwandelt werden. Nur mit Berücksichtigung dieser Verhältnisse können wir folgende Abrechnung ausfertigen:

Bestandtheile.	Einnahme.	Ausgabe.		
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Urin.	Andere Absonderungen, Ernährung und Wachsthum.
Kalkerde	0,2783	0,0681	0,0665	0,1437
Bittererde	0,0430	0,0259	0,0037	0,0134
Kieselsäure	0,3796	0,2690	0,0099	0,1007
Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Chloralkaloide u. Alkalien	0,6589	0,2181	0,2814	0,1594
	1,3598	0,5811	0,3615	0,4172

Ziehen wir die Schwefelsäure und die Chlorbestimmungen der Versuchstage und die Zahlen der Phosphorsäure in den Urinen der Versuchstage und der Excrementasche des extraordinären Tages mit in die Rechnung, so haben wir:

Bestandtheile.	Einnahme.	Ausgabe.		
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Urin.	Andere Absonderungen, Ernährung und Wachsthum.
Kalkerde	0,2783	0,0681	0,0665	0,1437
Bittererde	0,0430	0,0259	0,0037	0,0134
Kieselsäure	0,3796	0,2690	0,0099	0,1007
Schwefelsäure . . .	0,0649	0,0051	0,0178	0,0420
Chlor	0,0301	0,0109	0,0140	0,0052
Phosphorsäure (mit Erden verbunden) . .	0,1283	0,0074	0,0071	0,1138
Phosphorsäure (mit Alkalien verbunden), Kohlensäure und Alkalien	0,4356	0,1947	0,2425	– 0,0016
Organische Stoffe . .	19,8520	5,6883	0,4139	13,7498
Wasser	62,7882	28,0639	9,2246	25,4997
	84,0000 ℔	34,3333 ℔	10,0000 ℔	39,666 ℔

Wir haben uns bis jetzt und auch in dieser letzten Rechnungstabelle stets an die auf den Vordaten fußenden Zahlen gehalten, weil ein solches Verfahren bei Untersuchungen der Art ohne Berücksichtigung des Resultates nothwendig ist und weil zuvörderst das objective Material ungeschmückt vorgelegt werden mußte. Schließlich sei es aber noch erlaubt, eine Correction, die zwar durchaus auf subjectiven Schätzungsannahmen beruht, die aber meiner Ueberzeugung nach nicht ganz unrichtig sein dürfte, vorzutragen. Wer die Verdauungsorgane des Pferdes aus eigener Anschauung kennt, weiß, welche bedeutende Menge von Fäcalstoffen in seinen Gedärmen, vorzüglich den dicken, angehäuft wird. Nun brauchte dieses gar nicht berücksichtigt zu werden, wenn wir ein Mittel aus einer Wochen langen Versuchsreihe vor uns hätten. Da wir aber hier nur von drei Tagen reden können, so müssen wir auf diesen Umstand Rücksicht nehmen. Wir hatten in den Excrementen am ersten Tage 0,6588 ℔, am zweiten 0,5202 ℔, am dritten Tage 0,5643 ℔, im Mittel 0,5811 ℔ Asche. Da das Thier vor dem Versuche schon mit der gleicher Ration Hafer und Heu gefüttert worden war, so wurde offenbar in den beiden letzten Tagen noch eine Quantität Faeces im Darme zurückbehalten. Rechnen wir noch den nothwendigen geringen Verlust, der bei dem Sammeln des Mistes unvermeidlich und bei den Analysen eben so unumgänglich ist und sich bei den letzteren in der Berechnung nur zu Gunsten der Kohlensäure und Alkalien bedeutend multiplicirt, hinzu, so dürften wir nicht sehr von der Wahrheit entfernt sein, wenn wir die Werthe für die Excremente (in Berücksichtigung der geringeren Werthe des zweiten und dritten Tages) um $1/5$ erhöhen [1]. Bei dem Urine ist keine Correction wegen etwa zurückgehaltener Menge nothwendig. Dagegen können wir gewiß

[1] Da nach Gerber's annähernder Bestimmung bei mäßiger Füllung der Dünndarm des Pferdes 8 Pfd., das Colon 76 Pfd. und der Blinddarm 23 Pfd. Excrementmasse enthält, so dürfte die obige Schätzung eher zu klein als zu groß sein.

ohne wesentlichen Fehler wegen des bei dem Einsammeln und bei den Analysen, hier nur den kohlensauren und phosphorsauren Alkalien zu Gute kommenden Verlustes eine Erhöhung um $^1/_{20}$ vornehmen. Nach diesen freilich hypothetischen Voraussetzungen hätten wir alsdann:

Bestandtheile.	Einnahme.	Ausgabe.		
	Nahrungsmittel.	Excremente, um $^1/_5$ erhöht.	Urin, um $^1/_{20}$ erhöht.	Andere Absonderungen, Ernährung und Wachsthum.
Kalkerde	0,2783	0,0817	0,0698	+ 0,1268
Bittererde	0,0430	0,0311	0,0039	+ 0,0080
Kieselsäure	0,3796	0,3228	0,0104	+ 0,0464
Schwefelsäure . . .	0,0649	0,0061	0,0187	+ 0,0401
Chlor	0,0301	0,0131	0,0147	+ 0,0023
Phosphorsäure (mit Erden verbunden) . .	0,1283	0,0089	0,0075	+ 0,1119
Phosphorsäure (mit Alkalien verbunden), Kohlensäure und Alkalien	0,4356	0,2336	0,2546	— 0,0526
Organische Stoffe . .	19,8520	6,8260	0,4346	+ 12,5914
Wasser	62,7882	33,6766	9,6858	+ 19,4258
	84,0000 ℔	41,1999	10,5000 ℔	32,3001 ℔

Wir werden diese letztere Abrechnung mit dem Namen der berechneten, die unmittelbar vorhergehende dagegen mit dem der gefundenen Abrechnung bezeichnen.

Die gefundene Abrechnungstabelle giebt uns schon einen befriedigenden Ueberblick über die durch den Verdauungsact eingenommenen und die durch den Harn wieder entleerten unorganischen Stoffe. Vergleichen wir zunächst die Totalquantitäten der durch die Nahrungsmittel erfolgten Einlage mit den durch die Excremente wieder entstehenden Abgängen; so sehen wir, daß eine sehr bedeutende Menge von Kalkerde, eine verhältnißmäßig weit geringere Quantität von Bittererde und eine sehr große Quantität alkalischer Salze durch die Verdauung aufgenommen worden. Da die Kalkerde theils als phosphorsaure, theils als kohlensaure (und zu einem kleinen Theile als schwefelsaure) vorhanden war, so bedurfte es der sauren Magensaftflüssigkeit, um sie, sei es durch ihre Chlorwasserstoffsäure oder ihre Essigsäure, aufzulösen. Dasselbe gilt von derjenigen Bittererde, welche als phosphorsaure oder kohlensaure vorhanden war. Dagegen erforderten das Chlormagnesium und die schwefelsaure Bittererde, die phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren alkalischen Salze nur des beigefügten Trinkwassers, um aufgelös't und zur Aufnahme geeignet zu werden. Da jedoch kein einziger dieser Stoffe in der Excrementasche gänzlich mangelt, so scheint dieses darauf hinzudeuten, daß die Extraction nicht möglichst vollständig geschieht, weil wahrscheinlich die sauren Säfte nicht reichlich genug sind und die Getränke zu schnell wiederum aufgesogen werden, um die Auflösung absolut vollständig zu machen. Nichts desto weniger sehen wir aber, daß bei der Wanderung der Speisen durch den Darm überwiegend große Mengen von schwefel-

sauren und phosphorsauren, und wie z. B. die Excrementasche des extraordinären Tages beweis't, von Chlorverbindungen verloren gehen. Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse rücksichtlich der Kieselsäure. Von diesem Stoffe tritt eine überwiegende Menge wiederum mit den Excrementen heraus. Wie die Asche der letzteren deutlich lehrt, kommen so Silicate zu Stande. Es dürfte vielleicht das Wahrscheinlichste sein, daß sowohl die freie Kieselsäure, als die, welche durch die stärkere Säure der Magen- und Darmsäfte (Salzsäure) etwa noch abgeschieden wird, sobald sie auf ihrem Wege Alkalien trifft, eine Silicatverbindung eingeht, und so löslicher wird. Uebrigens wurde in unserm Falle durch das Heu schon eine überflüssige Menge von Silicaten wahrscheinlicher Weise geboten. Denn wir haben in der täglichen Ration des Heues 0,6305 ℔ einfaches Kalisilicat — eine Quantität, die jedenfalls bedeutend größer ist, als die in den Excrementen enthaltenen Silicate, selbst wenn wir den Werth der letzteren hypothetisch um $^1/_5$ erhöhen.

Die Columne des Harns in der gefundenen Abrechnungstabelle zeigt uns deutlich, wie auf diesem Wege eine nicht unbedeutende Menge von Kalkerde, ein geringeres Quantum von Phosphorsäure und verhältnißmäßig sehr bedeutende Zahlen von Schwefelsäure, Chlor und Alkalien (und unzweifelhaft auch Kohlensäure) abgeführt werden, mögen nun diese Stoffe von den Speisen oder den umgesetzten verbrauchten Körpertheilen oder — was wohl als fast gewiß anzusehen sein dürfte — von beiden zugleich kommen. Wir können den Harn als das vorzügliche Abführmittel der im Wasser löslichen alkalischen Salze (kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure Alkalien und Chloralkaloide) und der mit organischen Säuren oder mit Kohlensäure verbundenen Erdsalze, von denen die ersteren nach Wöhler als kohlensaure wiederkehren, ansehen. Zugleich wird auf dieser Bahn ein Quantum phosphorsaurer Kalkerde fortgeschafft. Gerade bei dem Pferde aber gestaltet sich das Verhältniß etwas eigenthümlich. Wir haben schon oben der geschichteten krystallinischen Kugeln, welche sich immer in dem Harne des Pferdes absetzen, erwähnt. In diesen [1]) herrschen die unorganischen Bestandtheile über die organischen bei weitem vor, und unter jenen bildet der als phosphorsaurer und vorzüglich als kohlensaurer enthaltene Kalk den größten Bestandtheil. Neben ihm ist eine geringe Menge Talkes nebst alkalischen Salzen enthalten. Da nun immer diese Concremente ein bedeutendes Quantum ausmachen, so läßt sich, wenn auch nicht mit Gewißheit, doch mit vieler Wahrscheinlichkeit behaupten, daß der größte Theil, wo nicht aller phosphorsaure und kohlensaure Kalk und die kohlensaure Bittererde durch diese dem Harne nur mechanisch beigemengten Concremente abgeht. Der Grund dieses Verhältnisses ist leicht zu errathen. Der Harn des Pferdes und des Esels ist, wie der der meisten bis jetzt untersuchten Pflanzenfresser, alkalisch. Es fehlt (selbst wahrscheinlich schon in der Niere und der Harnblase) die Säure, welche die phosphorsauren und kohlensauren Salze des Kalkes und des Talkes aufgelös't erhalten könnte. Waren diese früher gelös't, so müssen sie sich mit der Bildung des alkalischen Urins absetzen. Dieser Absatz erfolgt wahrscheinlich in losgestoßene Epithelialzellen [2]). Daher die Bildung der krystallinischen Kugeln. Derselbe oder ein ähnlicher Proceß erzeugt vermuthlich die trüben Absätze in dem Harne des Rindviehes, des Elephanten, des Nashorns u. dgl. mehr. Wir müssen daher den Ausspruch [3]), daß phosphorsaure Erdsalze nur in dem sauren Harne vorkommen, dahin modificiren, daß sie in solchem Urine aufgelös't, in alkalischem dagegen mechanisch beigemengt existiren.

---

[1]) S. d. Art. Gewebe.
[2]) S. d. Art. Gewebe.
[3]) S. Berzelius Chemie. Bd. IX., 1840. 8. S. 459.

Außer den bis jetzt genannten Salzen wird aber noch, wie die obigen Tabellen beweisen, eine geringe Menge von Silicaten (im Mittel 5,62% der Urinasche und 0,20 % des frischen Harns) bei dem Pferde und höchst wahrscheinlich auch bei den anderen Pflanzenfressern, ja vielleicht bei allen Thieren und dem Menschen so durch den Harn abgeführt.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die beiden Hauptausleerungswege der unorganischen Stoffe, wollen wir zu den einzelnen in den Abrechnungstabellen verzeichneten Körpern übergehen [1]).

1) Kalkerde. — Wie die gefundene Abrechnungstabelle ergiebt, ist die Kalkerde (wahrscheinlich nächst den Alkalien) derjenige Stoff, welcher in größter Quantität aus den Aschenbestandtheilen der Nahrungsmittel resorbirt wird. Dieses Resultat hat auch nichts Befremdendes, wenn wir bedenken, in welcher bedeutenden Menge diese Substanz in den Knochen, den Knorpeln, den Zähnen u. dgl. enthalten ist und wie sie in den Aschen fast aller oder aller anderen Körpertheile wiederkehrt. Ziehen wir die gefundene Abrechnungstabelle zu Rathe, so fällt der nächst größere Werth auf die Phosphorsäure. Berechnen wir die 0,1138 Pfd. Phosphorsäure der Asche der Perspiration und der Ernährung als basisch phosphorsaure Kalkerde oder sogenannte Knochenerde, so haben wir dann 0,2411 Pfd. basisch phosphorsauren Kalkes = 0,1273 Pfd. reiner Kalkerde. Es blieben daher 0,0164 Pfd. reinen Kalkes = 0,0291 Pfd. kohlensauern Kalkes in der Perspirations- und Ernährungsasche übrig. Leiten wir dieselbe Bestimmung in der berechneten Endtabelle ein, so erfordern 0,1119 Pfd. Phosphorsäure 0,1191 Pfd. Kalkerde, um 0,2310 Pfd. basisch phosphorsauren Kalkes zu bilden. Es blieben daher 0,0077 Pfd. reiner = 0,0137 kohlensaurer Kalkerde übrig. Auf beide Berechnungen ist deßhalb nicht genau einzugehen, weil, wie wir später sehen werden, ein Theil des Werthes der absorbirten Phosphorsäure höchst wahrscheinlicher Weise reducirt den Phosphor, welcher, als zu dem Umsatze aller Proteinkörper nöthig angenommen wird, einschließt. So viel erhellt aber mit Bestimmtheit, daß durch den Verdauungsact der größte Theil der phosphorsauren Salze durch die Säure des Magensaftes und der Secretion der Darmschleimhaut aufgelös't und so in den Körper übergeführt wird. Eine geringere Menge kohlensauren Kalkes theilt dasselbe Schicksal. Daher kommt es auch, wie die oben verzeichneten Excrementanalysen beweisen, daß in dem Kothe wenig Kalksalze überhaupt und vorzüglich wenig basisch phosphorsaure Kalkerde enthalten ist. Da wahrscheinlich etwas Aehnliches von dem Menschen gilt, so wäre es von Interesse, eine vergleichende Analyse der menschlichen Excrementasche anzustellen. Denn nach Berzelius [2]) kämen beinahe 26 % phosphorsauren Kalkes und gar keine kohlensaure Kalkerde heraus. Da nun in den Nahrungsmitteln des Pferdes 0,2446 Pfd. basisch phosphorsaure und 0,2816 Pfd. kohlensaure und schwefelsaure Kalkerde enthalten waren, im Mittel aber durch den Urin nur 0,0139 Pfd. Knochenerde und 0,1052 Pfd. kohlensaure Kalkerde abgeschieden wurden, mit den Excrementen dagegen an dem extraordinären Tage nur 0,0153 Pfd. basisch phosphorsaure Kalkerde und 0,0738 Pfd. kohlensaure Kalkerde wieder abgingen, so scheint zu folgen, daß überhaupt eine größere Menge phosphorsauren Kalkes in die Assimilaton eingeht und nur ein kleineres

---

[1]) Da die Alkalien und die Kohlensäure nur negativ bestimmt worden, so habe ich diese, der scheinbaren logischen Anordnung zuwider, zuletzt gestellt und zuvor zuerst von den definitiv bestimmten Basen und dann von den direct gefundenen elektronegativen Körpern gehandelt.

[2]) A. a. O. S. 345.

Compensationsquantum kohlensaurer Kalkerde zugeführt wird. Mag man auch die Zahlen der Abrechnungstabelle limitiren, wie man wolle, so macht die Untersuchung wenigstens das unzweifelhaft, daß die Nahrungsmittel von Kalksalzen mehr, als nöthig ist, um die Knochen, die Knorpel, die Zähne u. dgl. zu ernähren und zu vergrößern, so wie die anderen Theile zu versorgen, darbieten. Wie der Kalk in den Aschen der Skeletttheile die Hauptmasse ausmacht, und allen anderen Gebilden nicht mangelt, so bildet auch seine durch die sauren Säfte des Körpers erfolgende Auflösung (nächst den Alkalien) das Hauptquantum, welches in das Blut und in die Körpertheile eingeht.

2) Talkerde. — Obgleich alle Bestimmungen der Talkerde aus Gründen, die schon früher erwähnt wurden, kaum als approximativ angesehen werden können, so ist die gefundene sowohl, als die berechnete Endtabelle doch geeignet, uns mehrere bestimmte Resultate zu geben. Da alle thierischen Theile ein größeres Quantum von Kalkerde, als Bittererde enthalten und dieses Verhältniß in vielen Nahrungsmitteln (z. B. eben dem Hafer und überhaupt den Samen) in viel geringerem Maßstabe wiederkehrt, so läßt sich schon a priori erwarten, daß verhältnißmäßig weit weniger Talkerde, als Kalk in die Assimilation übergehen wird. Wird aber weniger Bittererde im Ganzen aufgenommen, so muß in den Excrementen überhaupt und vorzüglich in Verhältniß zur Kalkerde eine größere Menge von Talkerde enthalten sein. Berzelius, der vermöge seiner genauen Untersuchungen und seines Scharfblickes so vieles schon Decennien früher, als Andere wußte, kam schon bei seiner beinahe vor 40 Jahren unternommenen Analyse der menschlichen Excremente auf ähnliche Deductionen, welche Lehmann ebenfalls in neuester Zeit gemacht hat. Der Erstere fand auch in der Asche des menschlichen Kothes auf beinahe 26 % phosphorsaure Kalkerde fast 13 % phosphorsaure Bittererde [1]). Die hier mitgetheilte Versuchsreihe am Pferde führt zu analogen Consequenzen. Die Gesammtsumme der Aschen der Nahrungsmittel enthält 3,16 % Talkerde. Auf die Excremente kommen von ihrer Totalsumme der Aschen im Mittel der drei Versuchstage 4,46 % und an dem extraordinären Tage 3,920 %. Setzen wir die Totalsumme der mit Speise und Getränk eingenommenen Talkerde = 0,0430 Pfd. = 100, so wurden mit dem Kothe 0,0259 Pfd. = 60,23 % der eingenommenen Bittererde wieder ausgeschieden, während durch den Urin nur 0,0037 Pfd. = 8,61 % abgingen. Nach der berechneten Endtabelle haben wir auf 0,0430 Pfd. eingenommener Bittererde in dem Kothe 0,0311 Pfd. = 72,32 % und in dem Urine 0,0039 Pfd. = 9,07 %. Noch greller zeigt sich das Verhältniß, wenn wir den Talkerdegehalt mit dem Kalkerdegehalte vergleichen. In den Nahrungsmitteln beträgt die Kalkerde 20,47 %, die Talkerde 3,16 %. In den Excrementen dagegen haben wir 11,72 % Kalk und 4,46 % Talk; in dem Urine dagegen auf 18,26 % Kalkerde nur 0,99 % Magnesia. Es bleibt noch durch specielle chemische Gründe zu erklären, warum der Organismus bei dem Verdauungsprocesse es gleichsam verschmäht, eine größere Menge von Bittererde aufzunehmen. Denn die bis jetzt bekannten Eigenschaften der phosphorsauren Bittererde sowohl, als des kohlensauren Talkes, so wie unsere gegenwärtigen Kenntnisse rücksichtlich des Verdauungsprocesses, liefern noch keinen genügenden Aufschluß hierüber.

---

[1]) In den oben untersuchten Excrementen des Pferdes kann unmöglich alle Bittererde als phosphorsaure vorhanden sein. Denn wir hatten am extraordinären Tage 3,920 % Talkerde und 1,277 % Phosphorsäure. Um phosphorsaure Talkerde zu bilden, erfordern aber 1,277 % Phosphorsäure nur 2,01 % Magnesia.

Die große Menge Talkes, welche so in den Excrementen des Pferdes (und wahrscheinlich aller Grasfresser und in geringerem Grade der Geschöpfe mit gemischter Nahrung) existirt, erklärt leicht die so häufige Bildung von Darmsteinen, welche nach Lassaigne's bestätigten Erfahrungen aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehen und bekanntlich oft eine äußerst bedeutende Größe erreichen. Da in den so starken dicken Gedärmen des Pferdes eine Art Fäulungsproceß der Faeces eingeleitet wird, so ist natürlich an Ammoniak zur Erzeugung der genannten Verbindung kein Mangel.

Nach der gefundenen Tabelle würde die assimilirte und für andere Formationen, als die Bildung des Harns bestimmte Talkerde 31,16 %, nach der berechneten 18,60 % der Magnesia der Nahrungsmittel betragen. Beide Quantitäten sind im Verhältniß zur assimilirten Kalkerde viel größer, als wie die sonst zwischen Talk und Kalk in thierischen Theilen bestehenden Proportionen erwarten ließen. Ich bin zwar weit entfernt, auf die numerischen Bestimmungen der Magnesia aus den schon oben angeführten Ursachen ein sehr großes Gewicht zu legen. Allein jedenfalls bliebe es zu untersuchen, ob nicht gewisse sich losstoßende und rasch wachsende Theile des Pferdes z. B. die Haare, die Hufe ꝛc. in Verhältniß zum Kalk mehr Talkerde, als die übrigen Theile enthalten.

3. Kieselsäure. — Bei ihr kehren, aber aus leichter erklärbaren Gründen, ähnliche Verhältnisse wie bei der Talkerde wieder, d. h. ihre größte Menge geht wieder mit den Excrementen ab, eine sehr kleine Quantität tritt durch den Harn heraus und eine größere Masse derselben bleibt für die übrigen Aussonderungen, für Ernährung und Wachsthum. Während man bis jetzt der Kieselsäure in dem Ernährungsprocesse der Gewächse mit Recht eine nicht unbedeutende Rolle zuerkannt hat, ist sie in dem Nutritionsprocesse der Thiere mehr auf die Seite gestellt worden. Dieses rührte offenbar davon her, daß man, auf früheren Analysen fußend, nur quantitativ unbestimmte Spuren derselben in dem Schmelze der Zähne, den Haaren, einzelnen Harnsteinen, dem Faserstoffe des Bluts, dem Speichel und dem Horne des Nashornes annahm. Ich bin aber fest überzeugt — und unsere Versuchsreihe führt nothwendig zu einem solchen Schlusse — daß sich, wenn man hinreichend große Portionen Asche thierischer Theile der Pflanzenfresser nach dem Ausziehen mit Wasser durch Zusammenschmelzen mit kohlensaurem Natron aufschlösse, in den meisten Fällen verhältnißmäßig nicht unbedeutende Quantitäten von Kieselsäure finden würden. Daß Silicate und zwar in gar nicht zu vernachlässigenden Mengen abgehen, lehren die oben dargestellten Urinanalysen. Daß bei der Epidermis und den Haaren das Gleiche stattfinde, werden wir in der Folge sehen. Bei genauerer Betrachtung erhellt aber, daß die Sache kaum anders sein könne, und daß die Kieselsäure bei dem Assimilationsprocesse des Menschen und der Thiere und vor Allem der Pflanzenfresser eine nichts weniger als untergeordnete Rolle spielen müsse. Jedes Trinkwasser enthält eine geringe Menge Kieselsäure. Mit dem Heu und dem Hafer kommt bei dem Pferde, mit den vegetabilischen Nahrungsmitteln der Pflanzenfresser und der Geschöpfe, welche vermischte Nahrung genießen, kommt ein Quantum Kieselsäure, von dem ein Theil als Silicat vorhanden ist, in den Körper. Das im Magen befindliche Wasser der Getränke und die Säure des Magensaftes müssen einen Theil derselben auflösen und so einen liquor silicum der Alten in das Blut überführen. Es muß dann eine Ablagerung von Kieselsäure und kieselsauren Verbindungen in den Organen erfolgen. Vergleichen wir auch die in der Versuchsreihe des Pferdes gefundenen Werthe, so stimmt Alles zusammen, um diese Ansicht zu bekräftigen.

Durch das Trinkwasser wurden täglich 0,0009 Pfd., durch das Heu 0,3118 Pfd. und durch den Hafer 0,0669 Pfd. Kieselsäure zugeführt. Halten wir uns an die oben bei den Analysen der Futterstoffe vorgeschlagenen Combinationen, so haben wir in der täglichen Ration Heu 0,6305 Pfd. einfaches Kalisilicat, in der des Hafers dagegen 0,0669 Pfd. freie Kieselsäure. In den Excrementen des extraordinären Tages hatten wir 43,731 % Kieselsäure und 17,535 % mit dieser verbundene Alkalien. Berechnen wir dieses ebenfalls als einfaches Kalisilicat, so haben wir 34,695 % einfaches Kalisilicat und 26,571 % freier Kieselsäure. Reduciren wir diese Werthe auf 0,5811 Pfd. täglicher Excrementasche, so haben wir in diesen 0,2016 einfaches Kalisilicat und 0,1544 Pfd. freier Kieselsäure. Durch den Urin gingen im Mittel täglich 0,0200 Pfd. einfachen Kalisilicates ab. Erhöhen wir der Consequenz wegen diese Werthe nach den oben angegebenen Zahlen, so haben wir in den Excrementen 0,2419 Pfd. Silicate und 0,1853 Pfd. Kieselsäure, in dem Harne 0,210 Silicate. Wir hätten dann in den sensiblen Ausleerungen 0,2629 Pfd. einfaches Kalisilicat und 0,1853 Pfd. freie Kieselsäure. So wenig auch auf diese Zahlen zu geben ist, so hypothetisch und schwankend sie auch wegen der ihnen zum Grunde liegenden Voraussetzungen sind, so beweisen sie wenigstens so viel, daß ein Quantum Silicats durch den Verdauungsact in Anspruch genommen und keineswegs wieder gänzlich durch den Urin ausgeschieden wird. Zugleich wird aber noch folgender Gang der Verhältnisse angedeutet. Wir haben in den Excrementen weniger Kalisilicat und mehr freie Kieselsäure, als in den Nahrungsmitteln. Am leichtesten ließe sich dies dadurch erklären, daß ein Quantum von Kieselsäure aus den Silicaten durch die Säure der Verdauungssäfte abgeschieden wird, und daß so ein Ueberschuß von Säure, dagegen, da die löslichen so entstehenden alkalischen Salze fortgeführt und größtentheils durch den Urin entleert werden, ein Deficit von Silicaten in den Excrementen entsteht. Nehmen wir an, daß die 0,0009 Pfd. des Trinkwassers durch den Urin abgehen, während die 0,669 Pfd. freier Kieselsäure des Hafers unversehrt den Darmkanal durchlaufen, so blieben 0,1184 Pfd. freier Kieselsäure, welche durch Zersetzung der Silicate entstanden wäre. Als einfaches Silicat entsprechen 0,1184 Pfd. Kieselsäure 0,1210 Pfd. Kali. Wir werden später sehen, daß dieses durch die Summe der durch den Harn entleerten Alkalien nicht widerlegt wird.

4. Schwefelsäure. — Wie die Abrechnungstabellen beweisen, fallen nächst der Kalkerde, den Alkalien, der Phosphorsäure und der Kieselsäure die größten für die übrigen Absonderungen, die Ernährung und das Wachsthum zurückbehaltenen Quanta auf die Schwefelsäure, welche in dieser Beziehung in der gefundenen Abrechnung 0,0420 Pfd., in der berechneten 0,0401 Pfd. hat. Dieses Resultat ist einerseits leicht erklärlich und stimmt anderseits mit den bekannten Verhältnissen des Organismus. In der Asche der Nahrungsmittel entsteht die Summe der Schwefelsäure aus zwei, möglicher Weise aus drei verschiedenen Quellen: 1) aus den schwefelsauren Salzen, welche ursprünglich in dem Organismus vorhanden sind; 2) aus dem Schwefel, welcher alle Proteinkörper begleitet. Diese verbinden sich bei dem Veraschen zu Schwefelmetallen, und ein großer Theil der letzteren oder alle werden durch Befeuchten der Asche mit kohlensaurem oder salpetersaurem Ammoniak oder Salpetersäure und nochmaliges Glühen in schwefelsaure Verbindungen übergeführt. 3) Das Letztere ist mit den Schwefelmetallen, wenn diese von vorn herein in den nicht veraschten Theilen existirten, der Fall. Es müssen daher durchgehends in den Aschen größere Werthe von Schwefelsäure, als in den frischen Theilen

wahrhaft existiren, herauskommen. Natürlicher Weise haben wir gar keinen irgend sichern oder nur wahrscheinlichen Maßstab, ob die Quanta des Schwefels der Nahrungsmittel, welche so als Schwefelsäure erscheinen, den analogen Quantis des Schwefels in den Ausleerungen entsprechen oder nicht, und ob daher im erstern Falle richtige, in dem letztern unrichtige Vergleichungen gemacht werden konnten. Wir können aus den gefundenen Zahlen nur so viel herleiten, daß von den 0,0420 bis 0,0401 Pfd. Schwefelsäure ein Theil zur Bildung von schwefelsauren Salzen (und Schwefelmetallen) verwendet wird, während ein anderer Theil den Schwefel, welcher zum Umsatze der Proteinkörper und anderer Weichtheile (wie des Nervensystems u. dgl.) nothwendig ist, verschafft. Daß so ein großer Werth für den Schwefel herauskomme, ist von selbst klar. Uebrigens werden wir auf diesen Gegenstand noch bei Gelegenheit der Phosphorsäure zurückkommen.

Vergleichen wir die Menge der Schwefelsäure in den Excrementen und dem Urine, so sehen wir, daß das Quantum der letztern das der erstern bedeutend übertrifft. Auch diese Sache ist sehr leicht erklärlich. Mit Ausnahme der schwerlöslichen schwefelsauren Kalkerde sind alle schwefelsauren Salze, welche durch die Nahrungsmittel in den Organismus gebracht werden, mehr oder minder leicht im Wasser löslich. Sie werden also durch das Trinkwasser und die Verdauungssäfte aufgenommen, gelangen in das Blut und werden, sofern sie nicht sonst verbraucht werden, durch den Harn wieder abgeführt. Hierbei muß ich jedoch noch auf eine Schwierigkeit aufmerksam machen. Abgesehen von dem schwefelsauren Kalke, der ebenfalls, da die Excrementasche nur phosphorsaure und kohlensaure Kalksalze enthielt, zersetzt werden muß, haben wir in dem Heu 0,0569 Pfd. schwefelsaure Magnesia, in dem Hafer 0,0047 Pfd. schwefelsauren Talk und 0,0058 Pfd. schwefelsaures Natron, im Ganzen daher 0,0613 schwefelsauren Talk und 0,0058 schwefelsaures Natron. — 0,0613 Pfd. schwefelsaurer Magnesia entsprechen 0,0405 Pfd. und 0,0058 Pfd. schwefelsaures Natron 0,0033 Pfd. Schwefelsäure. Wir hätten somit im Ganzen 0,0438 Pfd. Schwefelsäure, welche durch die Art, wie sie mit Basen verbunden ist, einen leichten Uebergang in das Blut und von da in den Harn finden müßten. Der letztere entleert aber nur 0,0187 Pfd. Schwefelsäure, also viel weniger, als schon in denselben gelangen müßte, wenn die schwefelsaure Magnesia einfach in Wasser aufgelös't und mit diesem in den Harn übergeführt wurde. Da aber, wenn dieses der Fall wäre, auch 0,0208 Pfd. Talkerde aufgelös't werden müßten, in der That aber nur 0,0039 Pfd. Magnesia für den Harn und 0,0080 Pfd. Talk für die übrigen Absonderungen, die Ernährung und das Wachsthum abgehen, folglich im Ganzen nur 0,0119 Pfd. Talk übergeführt werden, so folgt daraus, daß, wenn die obigen Combinationen sich nicht weit von der Wahrheit entfernen, bei der Verdauung aus Ursachen, die noch nicht klar sind, die schwefelsaure Magnesia nicht auf die eben geschilderte einfache Weise zerlegt wird. Entweder wird alle schwefelsaure Magnesia sogleich aufgelös't und aus ihr ein Theil der Talkerde als kohlensaure, oder in einer andern unlöslichen Verbindung abgeschieden. Oder die Natur entzieht einem Theile des schwefelsauren Talkes seine Schwefelsäure und läßt die Magnesia als unbrauchbar zurück. Auch wenn wir nicht die berechnete, sondern die gefundene Abrechnung zum Grunde legen, kommen wir zu demselben Resultate. Dieses bleibt bei der großen Differenz auch ungeändert, wenn wir selbst den für die organischen Substanzen verbrauchten Schwefel mit in Betracht ziehen. Auch bei dem Chlor werden wir rücksichtlich des Chlormagnesiums zu dem gleichen Ergebniß gelangen. Offenbar hängt diese

ganze mehr die Talkerde, als die Schwefelsäure betreffende Sache mit dem noch mysteriösen Verhältnisse, weßhalb so wenig Bittererde assimilirt wird, zusammen.

5. Chlor. — Für diesen Stoff haben wir die kleinsten Assimilationswerthe von allen, in der Versuchsreihe quantitativ untersuchten Körpern. Sonst kehren aus leicht begreiflichen Gründen ähnliche Verhältnisse, wie für die Schwefelsäure wieder. Auch hier bedingt die leichte Löslichkeit der Verbindungen in Wasser, daß der größere Theil derselben ohne Schwierigkeit in das Blut tritt und von da in den Harn übergeführt wird. Wir finden daher in der berechneten Tabelle auf 0,0301 Pfd. Chlor der Nahrungsmittel in den Excrementen nur 0,0131 Pfd. (und wahrscheinlich nicht selten noch weniger), in dem Urine dagegen 0,0147 Pfd. Da kein Chlor für die organischen Elemente abgegeben zu werden braucht (wie dieses bei dem Schwefel und dem Phoshor der Fall ist), da ferner in den Aschen der Säfte selbst keine übermäßige Menge Chlor existirt (denn ein sehr großer Theil der in dem Magensafte befindlichen Chlorwasserstoffsäure geht in den Chymus und von da mit dem Chylus in das Blut, und von hier in die Absonderungen und vorzüglich den Harn ein), so dürfte sich hieraus erklären, warum der Assimilalationswerth des Chlors so sehr klein ausgefallen. (0,0023 Pfd. nach der berechneten und 0,0052 Pfd. nach der gefundenen Tabelle.) Ich kann nicht glauben, daß sich in meine Chlorbestimmungen ein wesentlicher Fehler eingeschlichen. Denn bei der Analyse der Aschen der Excrete beging ich stets die Vorsicht, die gehörig angesäuerte Flüssigkeit, sobald sie durch salpetersaures Siberoxyd gefällt war, durch Umhüllung des Gefäßes mit Papier vor dem Lichte zu schützen und so absetzen zu lassen. Auch filtrirte ich den Niederschlag in der Regel noch vollkommen grauweiß. Es ist daher nicht möglich, daß sich bei der Chlorbestimmung der Aussonderungen Silber, welches durch die Einwirkung des Lichtes niedergeschlagen worden, eingeschlichen habe.

Wir haben in dem Trinkwasser 0,0004 Pfd. und in dem Heu 0,0371 Pfd., daher in den gesammten Nahrungsmitteln 0,0375 Pfd. Chlormagnesium. Diese entsprechen 0,0276 Pfd. Chlor. Nun wurden aber im Ganzen nur 0,0170 Pfd. Chlor aufgenommen und von diesen 0,0147 Pfd. durch den Harn wieder entleert. Zu den 0,0375 Pfd. in den Speisen und Getränken vorhandenen Chlormagnesium gehören 0,0099 Pfd. Magnesium = 0,0161 Pfd. Magnesia. Im Ganzen wurden aber nur 0,0119 Pfd. Magnesia assimilirt und von diesen 0,0039 Pfd. durch den Urin abgeführt. Wir sehen also wieder hieraus, daß, wenn anders die Combination richtig ist, unmöglich alles Chlormagnesium im Ganzen in den Organismus eingehen kann, sondern daß seiner ganzen Quantität oder nur einem Theil derselben das Chlor entzogen, die Talkerde dagegen zurückgelassen werden muß.

6) Phosphorsäure. — Ihr Assimilationswerth ist, wie schon früher bemerkt wurde, nächst dem der Kalkerde der größte von den Aneignungswerthen aller untersuchten Stoffe, 0,1138 ℔ nach der gefundenen und 0,1119 ℔ nach der berechneten Tabelle. Es ist jedoch zu bemerken, daß diese Zahlen, ihre Richtigkeit vorausgesetzt, etwas zu groß sind, weil in den Urinen diejenige Menge Phosphorsäure, welche mit Alkalien verbunden ist, quantitativ nicht bestimmt worden. Da die Flüssigkeiten, aus welcher die Schwefelsäure als schwefelsaure Baryterde gefunden worden, stets dem Gange der Analysen gemäß durch Salpetersäure und Chlorwasserstoffsäure stark sauer waren, so können die mit den Alkalien verbundenen Quanta der Phosphorsäure des Harns nicht in den Zahlen für die Schwefelsäure enthalten sein. Wie schon früher angeführt wurde, haben wir die Quantität

der assimilirten Phosphorsäure auf zwei verschiedene Verhältnisse zu vertheilen. Einerseits ist der in den neu ein- und angebildeten organischen Theilen nach Mulder befindliche Phosphor in ihr enthalten, und anderseits erzeugt sie die zum Ersatz und Wachsthum der Organe nothwendigen phosphorsauren Salze. Schon bei der Kalkerde ist die Berechnung geliefert worden, daß jedenfalls, es gehe von dem Werthe der Phosphorsäure für den Phosphor der organischen Stoffe noch so wenig hinweg, Kalkerde genug vorhanden ist, um mit dem Reste basisch phosphorsaure Kalkerde darzustellen. Daß bei der geringen Zahl von assimilirter Talkerde und dem großen Werthe assimilirter Phosphorsäure die Materialien zur Bildung des phosphorsauren Talkes nicht mangeln, versteht sich von selbst.

Rücksichtlich des phosphorsauren Talkes läßt sich eine ähnliche Deduction, wie schon bei der Schwefelsäure und dem Chlor gemacht worden, hier nicht consequent durchführen. Wir haben in dem Hafer 0,0153 Pfd. phosphorsaurer Bittererde = 0,0056 Pfd. reiner Talkerde. Nun sind aus den Nahrungsmitteln 0,119 Pfd. Magnesia aufgenommen und 0,0039 Pfd. durch den Urin wieder abgeschieden worden. Es ließe sich daher gar wohl denken, daß die gesammte phosphorsaure Bittererde, welche durch den Hafer eingebracht worden, in den Organismus übergegangen ist. Anderseits ließe sich annehmen, daß die Magnesia, wie ihre Schwefelsäure und Salzsäure, so auch ihre Phosphorsäure verloren habe und, soweit sie nicht resorbirt worden, in kohlensaure Bittererde übergegangen sei. Welche Annahme der Wahrheit entspreche, müssen künftige Erfahrungen lehren.

Nach den Untersuchungen von Mulder enthält das Eiweiß 0,33 % Phosphor und 0,68 % Schwefel, der Faserstoff 0,33 % Phosphor und 0,36 % Schwefel, der Käsestoff 0,36 % Schwefel und gar keinen Phosphor. Couërbe giebt für sein Cerebrot auf 2,332 % Phosphor 2,138 % Schwefel, für sein Cephalot auf 2,544 % Phosphor 1,954 % Schwefel an. Wir können nach diesen Daten vorläufig annehmen, daß der im Verhältniß zur Phosphormenge größere Schwefelgehalt sicher gegen das umgekehrte Verhältniß in Couërbe's sogenanntem Cephalot compensirend wirkt. Der Mangel des Phosphorgehalts im Käsestoff bei Anwesenheit des Schwefels bildet ein neues Compensationsmoment. Es dürfte daher nicht unrichtig sein, wenn man sich vorstellt, daß für die Proteinkörper und die phosphorhaltigen Fette nicht mehr Phosphor als Schwefel gebraucht wird. In dem Assimilationswerthe der Schwefelsäure (= 0,0401 Pfd.) sind dieser Schwefel und die schwefelsauren Salze (und die Schwefelmetalle) enthalten. Parallelisiren wir nun die ersteren mit dem Phosphor und die letzteren mit der mit Bittererde verbundenen Phosphorsäure und ziehen daher von dem Assimilationswerthe der Phosphorsäure den der Schwefelsäure ab, so blieben für die Verbindung zu Salzen noch 0,0711 Pfd. Mit Kalk allein vereinigt entspricht diese Menge 0,1379 Pfd. basisch phosphorsauren Kalkes. Ich muß übrigens ausdrücklich bemerken, daß ich dieses auf sehr schwankenden Basen beruhende Räsonnement nur deßhalb hinzugefügt habe, um zu zeigen, daß jedenfalls die Gelegenheit für eine reichliche Bildung von Knochenerde durch den Assimilationsproceß gegeben ist. Zu irgend sicheren Schlüssen sind solche Phantasierechnungen hier, wie an keinem andern Orte geeignet.

7) Alkalien. — Da die alkalischen Salze bei allen Analysen nur aus dem Wasserauszuge oder mittelbar durch das Deficit bestimmt wurden, so lassen sich in dieser Beziehung keine speciellen positiven Schlußfolgerungen machen. Nur eine Betrachtung können wir in folgender Art anstellen.

Bei Gelegenheit der Kieselsäure wurde schon bemerkt, daß wenn eine Zersetzung der kieselsauren Alkalien durch den Verdauungsact statt findet, 0,1210 Pfd. Kali in Verbindung mit anderen elektronegativen Körpern in das Blut gelangen müßten. Da nun der Organismus für keinen Theil eine so große Summe Kali verbraucht, so muß sich, indem noch durch die anderen alkalischen Salze weit mehr Alkalien, als nöthig ist, hinzukommen, die genannte Menge Kali und viel mehr, als dieselbe, in dem Harne wiederfinden. Nun hatten wir für den Urin 0,2546 Pfd. Alkalien (Kali und Natron) größtentheils mit Kohlensäure und zu einem geringern Theile mit Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor verbunden. Berechnen wir des Vergleichs halber diese ganze Summe als einfach kohlensaures Kali, so haben wir 0,1754 Pfd. Kali. Diese Summe des Kali ist natürlicher Weise viel zu groß, weil in der Asche des Urinrückstandes eine bedeutende Quantität Natron vorhanden ist. Sie möge aber auch nur dazu dienen, um überhaupt einen Ueberblick dafür zu geben, daß die aus den Silicaten aufgenommenen Alkalien größtentheils bis gänzlich durch den Urin wieder ausgeschieden werden können. Endlich müssen wir noch zum Schlusse einige Worte

8) über die Kohlensäure hinzufügen. Da bei dem Veraschen des Urins die harn- und hippursauren Alkalien in kohlensaure verwandelt werden, so entsteht dadurch, wie schon früher bemerkt worden, ein neues Quantum von Kohlensäure. Daher auch die kohlensauren Alkalien in der ganzen Abrechnungstabelle die einzige Rubrik, welche keinen positiven, sondern einen negativen Assimilationswerth hat, darstellen. Suchen wir uns von diesen Verhältnissen einen ungefähren speciellen Begriff zu machen, so können wir vielleicht durch folgendes Räsonnement zu diesem Ziele gelangen. Nach der Analyse der Excrementasche des extraordinären Tages waren 17,535% Alkalien mit Kieselsäure zu Silicaten verbunden. Wir müssen daher von dem Werthe für die Alkalien und Kohlensäure = 0,2336 Pfd. 0,1223 Pfd. reine Alkalien abziehen. Die übrigen 0,1113 Pfd. können wir, wenn wir behufs der Deduction von den schwefelsauren und phosphorsauren Alkalien und den Chloralkaloiden absehen, als kohlensaure Alkalien betrachten. Wir hätten dann im Ganzen in den sensiblen Ausleerungen 0,3659 Pfd., in den Nahrungsmitteln 0,4356 Pfd. kohlensaure Alkalien. Es blieben so für die Assimilation 0,0697 kohlensaure Alkalien oder, wenn wir der Consequenz wegen wieder Alles auf Kali reduciren 0,0475 Kali und 0,0222 Pfd. Kohlensäure. Wir sehen hieraus, daß trotz des nothwendigen Ueberschusses der Kohlensäure in der Urinasche und des dadurch erzeugten scheinbar negativen Assimilationswerthes der Alkalien und Kohlensäure durch die Speisen mehr Alkalien (und selbst mehr Kohlensäure oder organische Stoffe, die in solche übergehen) geliefert werden, als durch Excremente und Harn wieder abgehen.

Suchen wir uns nun, und zwar der leichtern Uebersicht wegen, die Assimilationswerthe und die Einnahme- und Ausscheidungszahlen in Lothen zu recapituliren[1]), so würde ein 850 Pfd. schweres, 4jähriges weibliches Pferd für andere Aussonderungen als Koth und Harn, für Ernährung und Wachsthum 4,05 Loth Kalkerde, 0,25 Loth Bittererde, 1,48 Loth Kieselsäure, 0,07 Loth Chlor, 1,28 Loth Schwefelsäure, 3,58 Loth Phosphorsäure, 1,52 Loth

[1]) Es wurde schon oben bemerkt, daß diese Zahlen unmöglich absolut genau sein können und eher etwas zu groß, als zu klein sein dürften. Auch haben sie als für einen individuellen Fall bestimmt, keinen allgemeinern Werth. Sie können daher nur einen ungefähren Begriff über die Assimilationswerthe überhaupt liefern und die gegenseitigen Proportionen der einzelnen Stoffe beiläufig andeuten.

Alkalien, (0,71 Loth aus organischen veraschten Stoffen hervorgegangene Kohlensäure) verbrauchen. In Verhältniß zu dem Körpergewicht betrüge der Assimilationswerth der Kalkerde $^{3}/_{20000}$ oder fast $^{1}/_{7000}$, der der Bittererde $^{4·7}/_{5000000}$ oder ungefähr $^{1}/_{100000}$, der der Kieselsäure $^{11}/_{200000}$, also ungefähr $^{1}/_{20000}$, der der Schwefelsäure $^{1}/_{25000}$, der des Chlors $^{3}/_{1000000}$ oder ungefähr $^{1}/_{300000}$, der der Phosphorsäure $^{13}/_{100000}$ oder ungefähr $^{1}/_{7000}$, der der Alkalien $^{7}/_{125000}$ oder ungefähr $^{1}/_{20000}$. Denken wir uns die Perspirationsmaterie gleichsam als einen Stoff, so hätten wir in ihr nach der berechneten und nicht nach der gefundenen Tabelle 0,0040% Kalkerde, 0,0002% Bittererde, 0,0014% Kieselsäure, 0,0012% Schwefelsäure, 0,0001% Chlor, 0,0034% Phosphorsäure, 0,0015% Alkalien und 0,0007% bei dem Veraschen gebildeter Kohlensäure. Im Ganzen hätte die Perspirationsmaterie 0,0125% Aschenbestandtheile. Die übrigen 99,9775% der Perspirationsmaterie wären organische Stoffe und Wasser, welche mit Beihülfe des durch das Athmen hinzugefügten Sauerstoffs fast gänzlich durch Lungen und Hautausdünstung als Kohlensäure und Wasser davon gingen, da nur das Wasser und die organischen Stoffe anderer noch hierher gehörender Absonderungen, wie der Hautabschuppung, der Hautschmiere, des Nasenschleims, des Vaginalschleims, (des ausgespuckten Speichels), der Thränen u. dgl. in Abzug kommen.

Da von den zuletzt genannten Absonderungen die Epidermidalabschuppung eine der interessanteren und ihrer Menge nach annährend bestimmbaren ist, so wurde das Pferd einige Tage nach den Versuchstagen des Morgens gestriegelt und Alles gesammelt. Die Masse bestand fast durchgängig aus losgestoßenen Epidermidalblättchen und sehr wenig Haaren, und bildete ein schmutzig graues voluminöses, leichtes Pulver. Am ersten Tage erhielt ich auf diesem Wege 5,909 Grm. = 0,378 Loth, am zweiten 4,846 Grm. = 0,310 Loth, 2,017 Grm. der ersten Abschuppung gaben 0,469 Grm. = 22,325% Asche. Von der Abschuppung des zweiten Tags erhielt Brunner sogar von 1,000 Grm. 0,280 Grm. = 28% Asche. Diese großen Aschenmengen finden leicht ihre Erklärung, wenn man bedenkt, daß man in der Masse außer den losgestoßenen Epidermidalblättchen und den Haarfragmenten noch den festen Rückstand des Schweißes hat. In der That waren auch von der Asche der Abschuppung des ersten Tags 73,02% der Asche in Wasser löslich. In 100 Theilen trockner Abschuppungssubstanz des zweiten Tags fand Brunner 3,754% Kieselsäure, 3,785 Kalkerde, 0,630 Thonerde, 0,312 Eisenoxyd nebst einer Spur von Manganoxyd. Bedenkt man, daß man durch einmaliges Striegeln im Tage nur einen kleinen Theil der Hautabschuppung erhält und daß die Haare mindestens eben so kieselhaltig sind (in Schweifhaaren ungefähr 2%, in Deckhaaren 5 — 6%) und daß die beiden letzteren zusammen an einem Pferde ungefähr 7 Pfd. ausmachen, so dürfte, abgesehen von den anderen Theilen, welche noch Kieselsäure enthalten dürften, die große für die Kieselsäure erhaltene Assimilationszahl nicht mehr befremden.

Wir haben bisjetzt nur diejenigen quantitativen Ernährungserscheinungen, welche in dem erwachsenen, ausgebildeten Organismus vorkommen d. h. wo durch die tägliche Ernährung das Körpergewicht annahmsweise nicht geändert wird, betrachtet. Eine solche Voraussetzung gilt auch für den erwachsenen Organismus mit vollem Rechte, da die höchst unbedeutenden Veränderungen eines oder weniger Tage bei solchen statistischen Berechnungen gleich Null gesetzt werden können. In größeren Zeiträumen dagegen treten während des ganzen Lebens relative und absolute Schwankungen der Körpermasse und des Körpergewichts in bedeutenderm Grade ein. In ersterer Be-

ziehung z. B. wird, wie schon oben beiläufig erwähnt wurde, das Skelett schwerer, während die Weichgebilde so sehr an Gewicht abnehmen, daß das Totale der Körperschwere sich verringert. Eben so bekannt ist, daß im Laufe des ganzen Lebens durch die Wachsthumsverhältnisse zuerst eine bedeutende allmälige Vermehrung, hierauf ein Stillstand und dann eine Verminderung der Masse eintritt. Leider fehlen noch alle Data, um über die Ursachen dieser Metamorphosen etwas mehr, als allgemeine, nichtssagende Redensarten zu besitzen. Das einzige, was auf diesem Gebiete gegenwärtig geschehen kann, ist, die Veränderungszahlen der Körpergewichte nach den verschiedenen Jahren zu bestimmen und die aus ihnen folgenden Schlüsse zu ziehen. Der folgenden Uebersicht wurde die von Quetelet[1]) gelieferte Tabelle der mittleren Körpergewichte zum Grunde gelegt. Die von Quetelet noch bestimmten Größen der Maaße wurden hier nicht benutzt, weil, um sichere Schlüsse zu ziehen, gleichzeitige Werthe über die Größen der Körperoberflächen oder die Volumina des Körpers, welche noch fehlen, nothwendig wären. Mit dem Namen der Wachsthumszahl aber bezeichne ich denjenigen Quotienten, welcher herauskommt, wenn man die Differenz der Körperschwere zweier auf einander folgender Jahre durch das kleinere oder größere Gewicht des jüngern verglichenen Lebensjahres dividirt. Wir haben dann für den Menschen:

Jahre.	Männliches Geschlecht.		Weibliches Geschlecht.	
	Körpergewicht in Kilogrammen.	Wachsthumszahl.	Körpergewicht in Kilogrammen.	Wachsthumszahl.
0	3,20	» » » »	2,91	» » » »
1	9,49	+ 1,960	8,79	+ 2,020
2	11,34	+ 0,200	10,67	+ 0,214
3	12,47	+ 0,099	11,79	+ 0,105
4	14,23	+ 0,141	13,00	+ 0,103
5	15,77	+ 0,108	14,36	+ 0,105
6	17,24	+ 0,093	16,00	+ 0,115
7	19,10	+ 0,108	17,54	+ 0,096
8	20,76	+ 0,087	19,08	+ 0,087
9	22,65	+ 0,091	21,36	+ 0,119
10	24,52	+ 0,082	23,52	+ 0,101
11	27,10	+ 0,105	25,65	+ 0,090
12	29,82	+ 0,100	29,82	+ 0,162
13	34,38	+ 0,153	32,94	+ 0,104
14	38,76	+ 0,127	36,70	+ 0,114
15	43,62	+ 0,125	40,37	+ 0,100
16	49,67	+ 0,138	43,57	+ 0,079
17	52,85	+ 0,064	47,31	+ 0,083
18	57,85	+ 0,095	51,03	+ 0,078
20	60,06	+ 0,038	52,28	+ 0,024
25	62,93	+ 0,048	53,28	+ 0,019
30	63,65	+ 0,011	54,33	+ 0,019
40	63,67	+ 0,0003	55,23	+ 0,016
50	63,46	— 0,003	56,16	+ 0,017
60	61,94	— 0,024	54,30	— 0,033
70	59,52	— 0,039	51,51	— 0,051
80	57,83	— 0,028	49,37	— 0,041
90	57,83	» » » »	49,34	— 0,0007

[1]) Ueber den Menschen und die Entwicklung seiner Fähigkeiten. Uebersetzt von Riecke. Stuttgart 1838. 8. S. 366.

Aus diesen aus Quetelet's Gewichtstabelle berechneten Wachsthumszahlen können nun folgende Schlüsse gemacht werden: 1) In keinem Jahre ist bei beiden Geschlechtern die Wachsthumszahl der Gewichte so groß als in den beiden ersten Jahren des Lebens. 2) Im zweiten Lebensjahr beträgt sie jedoch nur ungefähr ⅕ des ersten. 3) Bis zu dem achtzehnten Jahre, wo die Wachsthumszahlen von Jahr zu Jahr berechnet werden konnten, zeigt sich bei dem männlichen Geschlechte eine auffallende Schwankung, indem von zwei Jahren an immer mit Ausnahme des fünften bis sechsten abwechselnd eine größere und eine kleinere Wachsthumszahl herauskommt. Bei dem weiblichen Geschlechte ist eine solche Regularität nicht wahrnehmbar. 4) Bis zum achtzehnten Jahre finden wir immer mehr oder minder bedeutende Wachsthumszahlen. Später werden sie viel geringer, so daß sie, für eine Reihe von Jahren genommen, noch kleiner ausfallen, als in den Zeiten der Kindheit und des Jünglings- und Jungfraualters von Jahr zu Jahr. Während der Körper in diesen letzteren Lebensperioden mehr Erwerb sich verschafft, hat er später ein mehr conservatives Element. Nichts desto weniger bleibt er aber selbst hier nicht auf eine starre Weise stabil, sondern nimmt noch, Mann wie Frau, bis zu funfzig Jahren immer etwas zu. Mit dem Alter zeigt sich diese geringe Metamorphose in Form einer Abnahme. Erst bei achtzig bis neunzig Jahren wird die Veränderung der absoluten Körperschwere fast unwahrnehmbar. 5) Obgleich mit Ausnahme des zwölften Jahrs, wo eine Gleichheit der Gewichte stattfindet, der weibliche Körper im Mittel immer leichter, als der männliche ist, so hat doch der erstere sehr oft größere Wachsthumszahlen, als der letztere. In den ersten drei Lebensjahren und vorzüglich im ersten wächst das Mädchen verhältnißmäßig mehr als der Knabe. Später schwankt das Verhältniß. Für die Jahre 4, 5, 7, 11, 13, 14, 15, 16 und 18 ergeben sich für das männliche Geschlecht, für die Jahre 6, 9, 10, 12 und 17 für das weibliche größere Wachsthumszahlen. Zu acht Jahren wachsen Knabe und Mädchen gleich. Wir sehen hieraus, daß im Allgemeinen der seine Pubertät erlangende Jüngling verhältnißmäßig mehr an Körpergewicht als die Jungfrau gewinnt. Diese Präponderanz des Mannes bleibt auch bis zu dem Ende des dritten Decenniums des Lebens. Von dreißig bis funfzig Jahren wird die Sache umgekehrt. Der Mann bleibt mehr stabil, während die Frau mehr zunimmt. Daher kommt es auch, daß bei fünfzig Jahren die Wachsthumszahl des Mannes schon eine negative ist, während die der Frau noch eine positive bleibt. Im Greisenalter dagegen sinkt das Gewicht des männlichen Körpers weniger als das der Frau.

Nur der Vollständigkeit wegen und um auf diese Lücke unsers Wissens hinzudeuten und zu deren baldiger Ausfüllung aufzufordern, habe ich diesen letztern Excurs über die quantitativen Wachsthumsschwankungen hinzugefügt. Man sieht leicht, daß diese an und für sich noch so unvollständigen Thatsachen über das Totale des Körpergewichts im Ganzen wenig lehren können. Wir bedürfen specieller ausgedehnter Untersuchungen über die Massen sowohl, als die Volumina der einzelnen Organsysteme, Organe und Gewebe. Erst wenn Tabellen der Art, welche sich auf hinreichend große Zahlen von Einzelerfahrungen stützen, da sein werden, werden wir uns einen klareren Begriff über die allgemeinen quantitativen Normen der Wachsthumsveränderungen machen können.

3) Stoffverhältnisse der Ernährungserscheinungen. — Wir haben in dem ersten Abschnitte die anatomischen Thatsachen, welche sich

auf die Ernährungsveränderungen beziehen, dargestellt. In dem zweiten Theile suchten wir nach den sparsamen, noch zu liefernden Materialien den Ernährungsproceß arithmetisch zu verfolgen. Diesem Streben lag die gewiß nicht unrichtige und wahrhaft aufgefaßt der erhabensten Idee des Organismus entsprechende Ansicht, daß der Körper die regulirteste Maschine, ein pünktliches und sicheres, durch fortwährenden Stoffwechsel hervorgerufenes Uhrwerk sei, zum Grunde. Daß in diesem Abschnitte schon die Verhältnisse einzelner Einnahmen und Ausgaben, schon die Veränderungen einzelner Stoffe besprochen werden mußten, war unvermeidlich. Allein eine vollständige Darstellung der Chemie der Ernährungsvorgänge war noch nicht möglich, weil nicht nur nicht alle, sondern sogar die meisten der hierher gehörenden Processe aus Mangel an hinreichenden Thatsachen noch nicht numerisch zu verfolgen sind. Deßhalb wurde der Schilderung dieser Phänomene der gegenwärtige Abschnitt angewiesen. Bevor wir aber in die Details eingehen, müssen wir einige mehr historische Bemerkungen vorausschicken.

Daß der Stoffwechsel, welcher durch die Ernährungs- und Wachsthumsverhältnisse zu Stande kommt, der Grundfactor aller materiellen Phänomene des Organismus sei, ist eine Wahrheit, welche schon seit den Anfängen der wissenschaftlichen Medicin gefühlt und mehr oder minder klar ausgesprochen worden ist. Zu einer speciellen Durchführung fehlte das Material, die objective sichere chemische Kenntniß. So lange die Chemie nur Alchymie war, konnte sie, damals eine Phantasiewissenschaft, auch nur phantastische Anwendungen hervorrufen. Daher die mit Recht der Vergessenheit anheimgefallenen Theorieen von Paracelsus, van Helmont, de la Boë Sylvius und deren Schulen. Mit der Entdeckung der Luftarten begann auch sogleich die Anwendung auf Pflanzen- und Thierphysiologie. Die Grundwahrheiten über Ernährung und Athmung, an welchen wir heute noch zehren, rühren aus dem Ende des vorigen und dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts her, und gerade wesentliche Lehren der neuesten Zeit, z. B. über die Sauerstoffaushauchung der Gewächse, die Kohlensäure-Bildung im Blute, die Ursachen der thierischen Wärme beweisen, daß die Wissenschaft nach einer Reihe dazwischen liegender Irrthümer und unbegründeter subjectiver Annahmen zu den ursprüglichen, einfacheren und richtigeren Ansichten zurückkehren muß. Mit Ausnahme der neuesten Zeit ruhte aber diese chemische Richtung der Physiologie mehr, als man auf den ersten Blick erwarten sollte. Von Chemikern pflegten sie nur der große Berzelius und einzelne Fachgelehrte vorzüglich Englands, Frankreichs und der Schweiz und nur zum Theil Italiens und Deutschlands. Die Ursache dieses geringern Eifers scheint in folgenden Verhältnissen zu liegen. 1) Auf deutschem Boden wirkte die Naturphilosophie für diese objective Richtung am meisten hemmend. Die Formverhältnisse erlauben noch eher scharfsinnige und phantasiereiche Zusammenstellungen, als nicht hinreichend basirte chemische Data. 2) Die vorherrschende vergleichend anatomische Richtung zog mehr zu den morphologischen Studien hin. 3) Die ersten chemisch physiologischen Erfahrungen verleiteten Einzelne, z. B. Girtanner und viele Naturphilosophen, zu phantastischen Theorien, z. B. von Wasserstoff-, Sauerstoff- und dergl. Krankheiten. Wie aber gerade die chemischen Phantasmen ohne reelle Begründung die widerlichsten sind, so mußten solche Versuche nur abschrecken und dahin führen, daß, wenn ich mich so ausdrücken darf, das Kind mit dem Bade entfernt, d. h. die chemische Richtung über-

haupt verlassen wurde. Dazu kam 4) daß man, von unrichtigen Principien geleitet, den Organismus erst dann genügend beurtheilen zu können glaubte, wenn man ihn von aller Mathematik, von aller chemischen Gesetzgebung emancipirte und in einen mysteriösen Nimbus geheimer Kräfte und paradoxer Erscheinungen einhüllte. Endlich 5) war die organische Chemie selbst der Anwendung auf die Physiologie nicht gewachsen. Die Elementaranalysen waren in zu geringer Zahl und zu unvollständig, zu wenig brauchbar, als daß bleibende Sätze entnommen werden konnten. Trotz dieser Hindernisse ging die wahre Grundidee, daß die materiellen Lebenserscheinungen auf chemischer Basis ruhen, nie unter. Männer, wie Berzelius, Prout, Brande, Chevreul, Saussure, Marcet, Macaire, Lassaigne, und in Deutschland, wo solche Meinungen die meisten Hindernisse fanden, Tiedemann und Gmelin, Ermann u. A. blieben stets treue Anhänger des Princips und förderten unsere Kenntnisse in diesem Sinne. Mit dem Erwachen einer allgemeinern wieder rein objectiven Richtung, auf welche später die verbreitetere mikroskopische Untersuchung folgte, wurde auch die chemische Beobachtung reger. In oft wiederholten Aussprüchen wurde auf das gleichmäßige Fortschreiten der Morphologie und Chemie gedrungen. Die organische Chemie kam auch auf ihrem Wege diesem Ziele näher. Der größte Theil der Chemiker hatte bisher ein ihnen und nicht den Physiologen gebührendes Feld mit weniger Liebe als die übrigen Abtheilungen ihrer Wissenschaft gepflegt. Nachdem aber die organische Chemie die einfacheren organischen, vorzüglich vegetabilischen Körper in genauerer elementaranalytischer Untersuchung absolvirt hatte, mußte sie nothwendig zu den zusammengesetzteren pflanzlichen und thierischen Stoffen und von da zu Fragen kommen, welche unmittelbar in die Physiologie eingreifen. Liebig und seine Schule gingen in diesem nothwendigen Wege voran, und arbeiten eben an einem Werke, an welchem Anatom und Chemiker gemeinschaftlich bauen müssen, damit ein sicheres physiologisches Resultat herauskommt. In solchem Sinne erscheinen denn auch die Leistungen der neuesten Zeit, zu welchen die von Liebig, Mulder, Vogel, Scherer, Jones, Simon, Lehmann, Scharling u. A. gehören.

So viel Ersprießliches und wesentlich Förderndes aber auch diese Richtung geleistet hat und noch zu leisten verspricht, so wenig dürfen wir von ihr Alles erwarten, so äußerst kritisch müssen wir mit der Annahme der Resultate verfahren. Es liegt in der Natur des menschlichen Geistes, daß er in der Erforschung der Gesetze der organischen Welt, in seinen Bemühungen zwar oft herrlich belohnt, aber noch öfter in seinen Hoffnungen getäuscht und zu Zweifel und Ungewißheit zurückgeführt, jede neue Bahn als eine Panacee, die Alles leisten solle, anzusehen verleitet wird. Als die mikroskopische Untersuchung z. B. aufkam, glaubten Viele, daß alle Krankheiten mit Hülfe des Mikroskopes sicherer diagnosticirt werden könnten. Zum Theil gingen Erwartungen der Art in Erfüllung. Allein das bald constatirte Resultat, daß z. B. kein mikroskopisches Kriterium für die einzelnen, sogenannten specifischen Eiterarten, wie die syphilitischen, die scabiösen und dgl. existiren, daß die Neubildungen in gutartigen und bösartigen Geschwülsten keine wesentlichen Grunddifferenzen ihrer Gestalten unter dem Mikroskope zeigen und dgl., führten diese übergroßen Erwartungen auf ihren gerechten gemäßigten Standpunkt zurück. Es läßt sich vermuthen, daß ähnliche Erscheinungen auch in Betreff der wieder aufwachenden chemischen Richtung, die Vieles, aber nicht Alles leisten kann, eintreten werden. Aus mehr als

einem Grunde müssen wir aber gerade den chemischen Resultaten, wenn sie bleibend werden sollen, die schärfste Prüfung angedeihen lassen. Die Beurtheilung und Deutung morphologischer Gegenstände ruht bei weitem mehr auf sicheren, leicht zu constatirenden und schärfer zu beobachtenden sinnlichen Erscheinungen, als die der chemischen. Dieser Ausspruch gilt selbst, wenigstens meiner Ueberzeugung nach, für die soliden mikroskopischen Untersuchungen. Sehr viele morphologische Thatsachen sind einfache Naturanschauungen. Jedes chemische Resultat stützt sich mehr oder minder auf Naturanschauungen und Schlußfolgerungen. Wir erhalten in der chemischen Zerlegung z. B. die Quanta der einzelnen Elemente. Ihre gegenseitige Combination ist dem subjectiven Urtheile überlassen. Ob der Griff richtig sei oder nicht, kann oft durch Gegenerfahrungen entschieden werden, bleibt aber nicht selten der Zukunft anheimgestellt. Die Apparate und Grundlagen, welche zu morphologischen Beobachtungen dienen, sind einfacher. Daher bei ihnen, wenn die Mittel mit gehöriger Bedachtsamkeit und Präcision gebraucht werden, die Irrthümer leichter vermieden werden können. Nicht so in der Chemie überhaupt und der organischen insbesondere. Daß dieser Ausspruch nicht zu herb sei, beweis't gerade die neueste Zeit. Alle noch so gewissenhaft angestellten chemischen Elementaranalysen setzen voraus, daß das Quantum des angewandten organischen Stoffes vollständig verbrannt werde. Man erreicht dieses Ziel vollkommener durch chromsaures Bleioxyd, als durch Kupferoxyd. Für die kohlenstoffreichen, oft sich bei dem Verbrennen aufblähenden und ein nicht unbedeutendes Aschenquantum enthaltenden organischen Materien ist dieses von Wichtigkeit und ändert, wie wir noch im Laufe dieses Artikels sehen werden, die Resultate auf eine nicht unbedeutende Weise. Welche Correctionen der Formeln wird nicht die einzige aus den neuesten Untersuchungen von Liebig und Rettenbacher, Dumas und Staß, Erdmann und Marchand folgende Thatsache, daß das Atomgewicht des Kohlenstoffs bisher mindestens um 1 und wahrscheinlich um mehr zu groß angenommen worden, bei den thierischen Stoffen, welche oft so bedeutende Atomenzahlen haben, hervorrufen? Welche große Genauigkeit in der Bestimmung des Wasserstoffes setzt nicht das leichte Atomgewicht dieses Körpers voraus, und wie leicht können nicht bei den großen Atomgewichten der thierischen Körper, auch bei der größten Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit ein oder mehrer Atome Wasserstoff zu viel oder zu wenig angegeben werden? Die genauesten Elementaranalysen von Mulder, Liebig u. A. haben das Resultat geliefert, daß Albumin, Fibrin und Casein des pflanzlichen wie des thierischen Körpers Eine Zusammensetzung rücksichtlich des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs, des Stickstoffs und des Sauerstoffs haben. Nach Liebig, Playfair und Boeckmann sollen Blut und Muskelfleisch des Ochsen in ihren organischen Elementen und ihren Aschenmengen vollkommen identisch sein. Gegen diese gründlichen und übereinstimmenden Arbeiten so ausgezeichneter Chemiker läßt sich gewiß, am allerwenigsten von einem der Chemie fremden Laien etwas einwenden. Allein worin liegt es, daß sie in so verschiedenen morphologischen Verhältnissen erscheinen, daß die Natur eigene sehr complicirte Apparate schafft, um den einen Körper in den andern zu verwandeln? — Fragen, auf die wir noch in der Folge zurückkommen werden und für deren Beantwortung wir gegenwärtig nichts als Hypothesen oder noch nicht absolut gewisse chemische Data haben[1]). Endlich liegen

[1]) Siehe unten bei den Nahrungsmitteln.

noch zwei andere Momente in dem gegenwärtigen Zustande der organischen Chemie selbst. Wir besitzen noch keine quantitative Mikrochemie. Wir müssen alle Stoffe, welche zu analysiren sind, in so großen Mengen haben, daß wir ihre Beschaffenheit nach dem freien Auge zu beurtheilen gezwungen sind. Wie so nothwendigerweise bei thierischen Substanzen sehr heterogene, nur durch das Mikroskop zu unterscheidende Gemengtheile hineinkommen, ist demjenigen, welcher allgemeine Anatomie mit Beihülfe von vergrößernden optischen Apparaten studirt hat, von selbst klar. Ob diese Beimischungen bisweilen Aenderungen und Compensationen in den Zahlen hervorrufen können, läßt sich bis jetzt noch nicht im Allgemeinen bestimmen. Im günstigsten Falle können wir annehmen, daß diese Beimengungen, welche viel zu groß sind, als daß sie allen Einfluß entbehren sollten, bei der Aehnlichkeit der Elementarformeln der Haupttheile des thierischen Körpers keine wesentlichen Fehler hervorrufen. Eben so enthalten viele ausgebildete Theile, so wie sie in bedeutenderen Mengen darstellbar sind, sehr verschiedene Entwicklungsstadien der Gewebe in sich. So die Oberhaut, die Nägel, die Hornbildungen überhaupt, die Krystallinse, die mittlere Arterienhaut, die Pigmentbildungen u. dgl. Das Resultat kann hier nur ein statistisches sein. Von fast noch größerm Einflusse, als diese Momente, ist der Gang, welcher uns von dem heutigen Stande der organischen Chemie angewiesen wird. Wir können nur Elementaranalyse mit Elementaranalyse vergleichen. Nun ergiebt sich aber, daß die verschiedenen bis jetzt untersuchten thierischen Theile in ihren elementaranalytischen Formeln keine den morphologischen Verhältnissen entsprechenden Variationen zeigen, sondern sich in jener ersteren Beziehung innerhalb ziemlich enger Grenzen bewegen. In dem lebenden Körper elementaranalysirt aber die Natur nur dasjenige, was sie entfernen und zwar in unorganischen Combinationen fortschaffen will. Wenn sie organische Stoffveränderungen hervorruft, so beschränkt sie sich auf weniger energische Umsetzungen, deren größten Theil die gegenwärtigen Kenntnisse noch nicht vollständig und meist nicht einmal andeutungsweise zu erläutern vermögen.

Weit entfernt den großen Werth und das vielversprechende der chemischen Richtung herabzusetzen, scheint mir doch gerade hier, ehe die Resultate als sicher constatirt angenommen werden können, eine möglichst scharfe Prüfung unerläßlich. Denn chemische Hypothesen haben vor morphologischen das voraus, daß sie durch ihr nothwendiges Gefolge von Zahlen nicht selten imponiren und so irrthümliche Ansichten weit eher in dem Gewande bewiesener Dinge erscheinen lassen. Auch verleiten sie leicht, zusammengesetztere Processe einfacher anzusehen und so bei genauer Beobachtung in Widersprüche zu verwickeln. Oft sind die Resultate nur bildliche, nicht adäquate Vorstellungen, und meist bieten sie nur Möglichkeiten, nicht bewiesene Schilderungen, wie Processe erfolgen.

In diesem Theile der Darstellung werden wir wiederum zuerst die Ernährung des ausgebildeten Organismus, und hierauf einige Nutritionsphänomene des Embryo und einige Wachsthumserscheinungen während des nachembryonalen Lebens betrachten.

Aus den schon in dem ersten Theile erwähnten anatomischen Verhältnissen und aus chemischen Thatsachen, welche später angeführt werden sollen, müssen wir schließen, daß die organische Masse des Körpers nicht immer stabil dieselbe bleibt, sondern sich fortwährend verändert, alle nicht mehr brauchbaren Bestandtheile ausscheidet und neue Ersatzstoffe statt deren aufnimmt. Die ganze Masse des Thiers oder des Menschen wird so, da diese

Metamorphose wahrscheinlich alle Organtheile betrifft, in einem längern oder kürzern Zeitraum eine andere, ohne plötzliche, dem sinnlichen Auge auffallende Veränderungen erlitten zu haben. Die neuen Stoffe nun, welche auf diese Art in den Organismus geschafft werden müssen, gelangen vorzugsweise durch die Nahrungsmittel in denselben. Denn was vielleicht durch die Haut und vorzüglich durch die Lungen aus der atmosphärischen Luft eingeführt wird, dient im Normale und bei dem gewöhnlichen Zustande des Lebens vorzugsweise nach unserm gegenwärtigen Wissen nur dazu, um zu entfernende organische Materien in unorganische Combinationen verwandeln zu helfen und so fortzuschaffen. Nur tropfbar flüssige Stoffe und die in ihnen gelös'ten Körper können auch nach Art der Nahrungsmittel durch Einsaugung der äußeren oder inneren Häute oder der Blut- und Lymphgefäße überhaupt zur Assimilation aufgenommen werden.

Die in dem thierischen und menschlichen Körper existirenden einfachen Stoffe sind aber Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor (Jod und Brom?), Fluor, Kiesel, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Eisen, Mangan. Das Vorkommen von Kupfer und Blei ist sehr zweifelhaft. Noch dubiöser ist die in neuester Zeit von Orfila behauptete Existenz von Arsenik. Daß, wie Nees angab, Titan einen Bestandtheil des thierischen Körpers ausmache, wurde durch die Erfahrungen von Marchand, Brunner und mir nicht bestätigt. Die vier zuerst genannten Stoffe sind binär, wie z. B. im Wasser, im Ammoniak, in der Kohlensäure, oder ternär, wie z. B. in den (stickstofflosen) Fetten, oder quaternär, wie in den stickstoffhaltigen Körpern vereinigt. Die übrigen unorganischen Elemente verbinden sich entweder als einfache Körper mit den aus den gewöhnlichen Grundelementen entstehenden organischen Materien, wie z. B., nach der Annahme von Mulder, Schwefel und Phosphor mit Protein zu Eiweiß und Faserstoff, oder combiniren sich, wie in der unorganischen Natur, einfach oder mehrfach binär zu Säuren, Basen und Salzen. Auf dem letztern Wege entstehen so Chlorwasserstoffsäure, Fluorwasserstoffsäure (Phosphorsäure), Chloralkaloide, kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure und kieselsaure Alkalien, kohlensaure und basisch phosphorsaure Kalkerde, Fluorcalcium, kohlensaure, phosphorsaure und schwefelsaure Bittererde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Chloreisen u. dgl. mehr.

Da nach unserm bisherigen Wissen, die Entstehung eines einfachen Körpers aus einem andern, der heutigen Chemie unzerlegbaren Stoffe eine Unmöglichkeit ist und der Organismus auch keine uns bekannten Mittel, etwas der Art zu bewerkstelligen, besitzt, so folgt schon theoretisch, daß, wenn der während des Lebens bestehende Wechsel alle Materien des Organismus betrifft, die Nahrungsmittel auch alle in dem thierischen Körper enthaltenen Grundstoffe in löslichen assimilirbaren Verhältnissen mittelbar oder unmittelbar zuleiten müssen. Theils vermögen sie in Verbindungen, wie sie im Thierkörper vorkommen, durch Speise und Getränk einzutreten, theils aber auch können erst die nöthigen Combinationen in dem Körper hervorgerufen werden. Daß die Speisen alle genannten einfachen Stoffe enthalten, versteht sich fast von selbst. Die Hauptnahrungsmateriale der Thiere oder des Menschen sind Pflanzen oder Thiere. Beide führen mehr oder minder alle genannten einfachen Körper in sich, nur daß einzelne, wie z. B. der Kiesel, mehr im Pflanzenreiche, andere, wie z. B. der Stickstoff, mehr im Thierreiche vorherrschen. Bloß das Fluor verdient in dieser Beziehung einer besondern Erwähnung. Dieser Stoff findet sich in den thierischen oder menschlichen

Theilen, wie z. B. in den Knochen und Zähnen der Geschöpfe der Jetztwelt, nur in äußerst geringer Menge (reichlicher dagegen aus vielleicht leicht erklärbaren Gründen in animalischen Petrificationen). Bei denjenigen thierischen Geschöpfen, welche von animalischer oder gemischter Nahrung leben, hat die Sache keine Schwierigkeit, da hier die verzehrten knochigten Theile anderer Thiere mehr Fluorcalcium, als für die Ernährung der Knochen und Zähne nothwendig ist, unzweifelhaft zuführen. Da jedoch auch die Knochen von Pflanzenfressern, z. B. nach Berzelius die von Ochsenknochen, geringe Mengen von Fluorcalcium enthalten, so muß in der Pflanzennahrung eine Quelle, diesen Stoff herbeizuschaffen, liegen. Bei Pflanzenfutter, welches auf Boden, der Fluormetalle führt, z. B. Glimmerboden gewachsen, dürfte der Uebergang dieser Substanzen in die Pflanze und von da in das Thier leicht begreiflich sein. Ob aber auch gewöhnliche auf keinem solchen Erdreiche vegetirende Gewächse, wie wahrscheinlich sein dürfte, Spuren von Fluormetallen enthalten, ist noch specieller zu untersuchen.

Man könnte sich nun denken, daß die Natur sich damit begnügt, dem thierischen Körper seine nothwendigen einfachen Stoffe zu liefern und es nun diesem überläßt, sie auf die ihm entsprechende Weise zu combiniren. Obgleich dieses, wie wir sehen werden, innerhalb gewisser Grenzen allerdings geschieht, so zeigt sich doch in dieser Hinsicht ein merkwürdiges Gesetz der Einfachheit. Wir finden nämlich, daß sowohl gewisse unorganische, als organische Combinationen im Pflanzen-, wie im Thierreiche fast immer wiederkehren, eine Einfachheit der Zusammensetzung, welche sehr an die durch die vergleichende Anatomie und die Entwicklungsgeschichte nachweisbaren morphologischen Grundtypen erinnert. Von unorganischen Salzen haben wir fast beständig die phosphorsauren und kohlensauren Verbindungen des Kalkes, die kohlensauren des Talkes, oft die phosphorsauren der Bittererde, so wie die kohlensauren und schwefelsauren Combinationen der Alkalien und die Chloralkaloide, nicht selten auch phosphorsaure Alkalien. Die Grundstoffe der organischen Körper selbst zeigen rücksichtlich ihrer Mengen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff eine merkwürdige Identität. Schon die alten, natürlicherweise unvollständigen elementaranalytischen Resultate von Michaelis, Prout, Gay-Lussac und Thénard gaben für das thierische Eiweiß und den thierischen Faserstoff einander nahe Werthe des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs, die jedoch noch zu sehr differirten, als daß man auf eine Identität beider in der Grundzusammensetzung der organischen Elemente schließen konnte. Berzelius hob später die Aehnlichkeit seines Pflanzeneiweißes mit dem thierischen Eiweiße besonders hervor. Mulder aber eröffnete in dieser Beziehung eine neue Bahn, indem er nachwies, daß sich nach vorangegangenem Ausziehen mit Wasser, Alkohol, Aether und Salzsäure durch Auflösen in Kalihydrat, und Fällen durch eine bestimmte Menge Essigsäure aus allen eiweißartigen, faserstoff- und käsestoffhaltigen thierischen Körpern ein Grundkörper, Protein, welcher bei allen genau dieselbe Zusammensetzung der vier organischen Grundelemente habe, erhalten lasse. Da sich nach ihm das Pflanzeneiweiß genau so, wie die bezeichneten Thierstoffe in dieser Beziehung verhält, so ergab sich hieraus, daß beide in der erwähnten Rücksicht identisch sein müssen. Diese Analogie hat Liebig auf eine ausführliche Weise erweitert. Er stellte aus vegetabilischen Producten drei Körper, welche dem Eiweiße, dem Faserstoffe und dem Käsestoffe der Thiere in ihren Eigenschaften und ihren elementaranalytischen Ergebnissen vollkommen parallel gehen und daher auch von ihm

als Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzencasein aufgeführt werden, dar. Da nun die Exactität der gegenwärtigen elementaranalytischen Methoden, bei welchen sogar der Stickstoff nicht mehr dem Volumen nach, sondern durch das Gewicht des erhaltenen Platinsalmiaks nach der Angabe von Varrentrapp und Will bestimmt worden, nicht erlaubt, anzunehmen, daß die organische Chemie noch nicht im Stande sei, die feineren Unterschiede, welche in den Combinationen der vier Grundelemente in Eiweiß, Faserstoff und Käsestoff der Pflanzen und der Thiere existiren, nachzuweisen, so bleiben nur zwei Erklärungsarten möglich: 1) man nimmt mit Lehmann an, daß zwar in dem Eiweiße, dem Faserstoffe, dem Käsestoffe dieselben Atome C, H, O, N enthalten sind, daß aber eine andere Gruppirung derselben Grundformel in Albumin, Fibrin und Casein stattfindet. Es müssen hieraus natürlicherweise für jeden dieser Körper andere organische Radicale und andere mit diesen verbundene Elemente oder bei demselben Radicale andere Combinationen der übrigen Elemente entstehen. Daher ihre äußere Verschiedenheit. Es ist aber, so viel ich weiß, bis jetzt keine empirische Erscheinung in der Thierchemie (wohl aber in der Pflanzenchemie) bekannt, welche eine solche Vorstellung begründete, obgleich anderseits die ganze Untersuchungsweise noch zu neu und zu unvollständig ist, als daß sich darüber mit Bestimmtheit urtheilen ließe. Oder 2) man sucht die Ursache der Verschiedenheit nicht sowohl in den vier sogenannten organischen Grundelementen, als in den Combinationen, welche die organischen Substanzen mit anderen einfachen Stoffen, Schwefel, Phosphor, alkalischen und erdigen Salzen eingehen. Die sogenannten Aschenbestandtheile würden dann nicht, wie dieses in der bisherigen Behandlung der organischen Chemie meistentheils geschah, gewissermaßen als ein Nebenbeiwerk einhergehen, sondern eben wesentliche Differenzen der verschiedenen organischen Substanzen hervorrufen. Mulder wurde offenbar von dieser Idee geleitet, indem er die Unterschiede von Eiweiß, Faserstoff und Käsestoff in den Schwefel- und Phosphoratomen, welche mit dem Protein verbunden seien, suchten. Liebig und Scherer neigen sich, wenn ich nicht irre, mehr zu der Ueberzeugung hin, daß die alkalischen und erdigen Salze, welche die organische Substanz enthält, von bedeutendem Einflusse seien. Zur bestimmten Beurtheilung sind aber auch hier die gegenwärtigen Erfahrungen nicht reif, weil bisher die organische Chemie fast ausschließlich ihre Aufmerksamkeit auf die feuerflüchtigen Bestandtheile gerichtet und die Asche zu sehr in den Hintergrund gestellt hat. Fassen wir, wie dieses wohl ohne Zweifel früher oder später geschehen wird, die organische Substanz als Ein Ganzes auf, so muß die zweite Betrachtungsweise der Wahrheit mehr ansprechen, obgleich sie natürlicher die erstere nicht ausschließt und beide in einzelnen Fällen neben einander sehr gut bestehen können[1]).

---

[1]) Wie wir uns auch die Sache vorstellen mögen, so stoßen wir nach dem gegenwärtigen Wissen auf Dunkelheiten. Daß eine bloß verschiedene Gruppirung der Atome der organischen Grundelemente die Unterschiede hervorrufe und daß die Aschenbestandtheile hieran keinen Theil haben, wird allerdings dadurch unterstützt, daß wir in der Pflanzenchemie heterogenen Stoffen, welche keine Asche überhaupt besitzen, mit gleichen Atomenformeln begegnen. Auch erscheinen in den Gewächsen die unorganischen Elemente als etwas Secundäres, welches nach dem Boden, auf welchem die Vegetabilien sich entwickeln, unendlich variirt. Es erhält daher in dieser Beziehung das Ansehen, als rührten die unorganischen Substanzen nur von demjenigen, was durch das eingesogene Wasser nothwendig eingeführt werden muß, her. Allein die auch hier bestehende Auswahl einzelner Elemente und das Zurückstoßen anderer

Durch diese Untersuchungen ist aber eine schöne Parallele zwischen Morphologie und Chemie der organischen Wesen dargethan. Wir haben in beiden organischen Reichen gleiche Grundformen und gleiche Grundmischungen, Zelle und Protein. Wie aber die ursprüngliche embryonale Zelle in ihrer kugelrunden Gestalt, mit ihrer so sehr dünnen Wandung, mit ihrem einfachen, gegen chemische Reagentien so empfindlichen Inhalte, ihrem eigenthümlichen Kerne im ausgebildeten Organismus nirgends mehr vorkommt, so existirt wahrscheinlicherweise im ausgebildeten Körper nirgends reines Protein[1]). Wie aber alles Wachsthum und selbst alle durch die Ernährungserscheinungen zu Stande kommenden morphologischen Veränderungen nach den Gesetzen der Zellenmetamorphose vor sich gehen, wie alle pathologischen Neubildungen denselben Normen gehorchen, so bedürfen die Proteinkörper, wie sich schon jetzt aussprechen läßt, nur bestimmter untergeordneter Veränderungen, welche sich auf den Wechsel von Atomen der vier organischen Grundelemente und der Aschenbestandtheile beschränken, um die verschiedenen Organtheile herzustellen.

Diese größere Einfachheit der Mischungen der organischen Hauptkörper reducirt aber auch einen Theil des Ernährungsprocesses auf einfachere Acte, als ohne sie möglich wäre. Indem der Mensch oder das Thier pflanzliche oder thierische Nahrung genießt, werden ihm den Hauptkörpern seines eigenen Organismus sehr verwandte Mischungen zugeführt. Aus der von ihm wahrgenommenen Thatsache, daß das Protein des Pflanzeneiweißes mit dem des thierischen Albumin, Fibrin und Casein identisch sei, schloß schon Mulder, daß die Hauptstoffe, deren das Thier zu seiner Erhaltung und Vergrößerung bedarf, durch vegetabilische Speisen beigebracht werden können. Liebig dehnte dieses durch die von ihm überdies gefundene Identität von Pflanzenfibrin und Pflanzencasein mit dem thierischen Faserstoffe und dem thierischen Käsestoffe weiter aus. Halten wir aber diese Thatsachen fest, so gelangen wir in Betreff der Nahrungsmittel zu zwei eigenthümlichen Folgerungen. 1) Man unterscheidet bis jetzt vegetabilische und thierische Nahrungsmittel. Die ersteren müssen aber nun nothwendig ihrer speciellen Beschaffenheit nach unter zwei sehr verschiedene Rubriken gehören. Die einen, wie

---

dürfte gegen eine solche Ansicht zeugen. In dem Thiere ist zwar der Kreis der unorganischen Stoffe, welche mit der Nahrung in den Körper eingeführt werden, kleiner. Da jedoch, wie wir später sehen werden, auch hier nur gewisse Quanta angenommen und andere trotz ihrer Löslichkeit durch die Excremente entfernt werden, so dürfte dieses doch dahin deuten, daß die Aschen eben so wesentlich als die organischen Grundelemente seien. Nun läßt sich aber dieses, da sie nicht bloß in flüssigen, sondern auch in festen Theilen vorkommen, kaum anders denken, als daß sie zur Constitution der organischen Substanz unerläßlich sind und nicht bloß dazu dienen, in Wasser unlösliche organische Körper aufgelös't zu erhalten, oder umgekehrt leicht lösliche vor der Auflösung zu schützen. Ueberdies dürfen wir nie vergessen, daß eine Annahme, wie die, daß die Atome in dem Eiweiße anders, als in dem Faserstoffe gruppirt seien, zwar sehr gut denkbar ist, daß sie aber, so lange sie nicht durch directe Thatsachen bewiesen und in ihren Specialitäten erläutert worden, nur eine geistvolle Redensart statt eines Bekenntnisses der Unwissenheit darstellt.

[1]) Dieser Ausspruch, daß reines Protein wahrscheinlich nirgends in dem erwachsenen Organismus vorkomme, könnte auf Widersprüche stoßen. Von vorn herein ließe sich aber antworten, daß nach Mulder das reine Protein außer C, H, O, N keine Elemente enthält. Ueberall, nur nicht in dem Fleische der Austern fand er es mit Schwefel und Phosphor verbunden. Allein selbst diese Ausnahme ist durch die neueren Gegenerfahrungen von Lehmann (Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. 1842. S. 172, 73.) wieder wankend gemacht worden.

das Eiweiß, der Faserstoff und der Käsestoff der Vegetabilien bedürfen nur geringer Veränderungen, um in Hauptstoffe des thierischen Körpers übergeführt zu werden. Die anderen, wie Gummi, Stärkemehl, Zucker, Pectin und dgl. sind, abgesehen von ihrer übrigen eigenthümlichen Mischung, schon wegen ihres Mangels an Stickstoff nicht geeignet, solche Metamorphosen unmittelbar einzugehen. Wenn zu der letztern Abtheilung auch alle stickstofflosen vegetabilischen Producte gehören, so umfassen die ersteren doch keineswegs alle stickstoffhaltigen Erzeugnisse derselben, da ganze Reihen der letzteren, wie z. B. der Pflanzenalkaloide, sich nicht nur nicht zur Assimilation eignen, sondern sogar zum Theil als die heftigsten Feinde des Organismus, als die stärksten Gifte auftreten. 2) Diese chemische Ansicht zwingt uns aber von theoretisch wissenschaftlicher Seite den Unterschied von Pflanzennahrung und thierischer Nahrung sehr in den Hintergrund treten zu lassen. Denn eine reine vegetabilische Nahrung wäre nur eben die, welche aus stickstofflosen Producten besteht. Ein Pferd z. B., welches nur Kartoffelstärke erhielte, nährte sich vorherrschend von rein vegetabilischer Nahrung. Frißt es Hafer, so erhält es durch das reichliche Eiweiß desselben einen zwar aus dem Pflanzenreiche stammenden Stoff, der aber den Substanzen thierischer Körper sehr nahestehende Materialien besitzt. Ich sagte oben ausdrücklich, daß diese Schlußfolgerungen von theoretisch wissenschaftlicher Seite nothwendig seien. Denn praktisch erfahren wir, daß die Unterschiede vegetabilischer und thierischer Nahrung doch noch größer sein müssen, als sich hiernach erwarten ließe. Denn wäre dieses nicht der Fall, so müßten z. B. Pflanzenfresser bei thierischer fettreicher Nahrung einige Zeit verharren können. Allein dieses findet nur bei jungen von Milch lebenden Pflanzenfressern statt. Eben so weisen die zwischen Pflanzen- und Fleischfressern bestehenden, so bedeutenden Unterschiede der Conformation der Verdauungswerkzeuge auf durchgreifendere Differenzen hin. Nichts desto weniger werden wir aber in der Folge sehen, daß durch gewisse über den Verdauungsproceß aufzustellende Vorstellungen ein Theil dieser Schwierigkeiten beseitigt werden kann.

Dagegen ist es nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen von größter Bedeutung, ob die Nahrungsmittel Stickstoff enthalten oder nicht. Zu den stickstoffhaltigen gehören das Eiweiß, der Faserstoff und der Käsestoff der Pflanzen wie der Thiere, der Kleber, die Colla, das Chondrin, die angeblich Stickstoff enthaltenden Hirnfette oder Fettsäuren des centralen Nervensystems[1]), überhaupt alle Pflanzen und Pflanzentheile, welche die genannten Stoffe führen, und sämmtliche thierische Theile mit Ausnahme des Fettes. Die vorzüglichsten stickstofflosen hierher gehörenden Materien sind Stärkemehl, Gummi, Zucker und die thierischen Fette. Die geistigen Getränke gehören wegen ihres vorherrschenden oder wenigstens den wichtigsten Bestandtheil bildenden Alkohols ebenfalls hierher. Während die stickstoffhaltigen Substanzen, abgesehen von der Analogie der Zusammensetzung ihrer

[1]) Die von Couërbe und selbst von Frémy gelieferten Untersuchungen des Gehirns sind aus einem einfachen Grunde mit Sicherheit nicht annehmbar. Nach den angewandten Methoden wurden Nervenkörper und Primitivfasern vermischt untersucht. Es ist dieses dasselbe Verfahren, als wolle man ein ganzes Thier auf einmal chemisch zerlegen und aus ihm eigenthümliche Stoffe darstellen. Daher die Widersprüche der Resultate. Wer auch die mikroskopische Beschaffenheit der Nervenkörper kennt, wird leicht einsehen, weßhalb wir noch vorläufig die Angabe stickstoffhaltiger Fette oder Fettsäuren mit großem Mißtrauen betrachten müssen.

Hauptstoffe mit den thierischen Proteinkörpern, schon wegen ihrer vier organischen Grundelemente in Thiersubstanz durch den Ernährungsproceß übergehen können, vermögen die stickstofflosen Körper, wenn sie nicht Nitrogen irgend woher entlehnen, sich nur in Fette oder in stickstofflose organische Säuren, wie z. B. Essigsäure, Benzoesäure zu verwandeln. Erleiden sie diese Metamorphosen nicht, so müssen sie in ihrer ursprünglichen Gestalt oder als veränderte organische Substanzen oder elementaranalysirt, d. h. als Kohlensäure und Wasser entleert werden.

Schon in dem zweiten Theile dieses Artikels wurde ausführlich dargestellt, wie die Quantitäten der Speisen eines bestimmten, z. B. 24stündigen Zeitraumes die Summe der Mengen von Excrementen und Harn, welche innerhalb derselben Zeit entleert werden, um Vieles übertreffen. Dieses Differenzquantum, welches immer fast so bedeutend oder noch bedeutender, als die genannten sensiblen Ausleerungen ist, kann nicht in dem Organismus bleiben, weil das Totalgewicht des letztern innerhalb 24 Stunden zu derselben oder fast derselben Größe zurückkehrt. Die Factoren, durch welche es entfernt zu werden vermag, sind aber die Secretionen, welche mit Stuhl oder Urin abgehen, also der abfließende Speichel, Nasenschleim, Schleim der Geschlechtstheile, die Abschuppung der Oberhaut und der inneren Epithelien, und vorzüglich die Lungen- und Hautausdünstung und, wenn er vorhanden ist, der Schweiß. Die erste Klasse der genannten Secretionen ist im Verhältniß zur letztern dem Quantum nach sehr gering und daher kommt, daß wir ohne wesentlichen Uebelstand die Substanz, welche durch Excremente und Urin weniger abgeht, als durch die Speisen eingenommen worden, mit dem allgemeinen ältern Namen der Perspirationsmaterie oder der Perspiration heute noch belegen können. Unter der Voraussetzung, daß das Körpergewicht nach 24 Stunden genau dasselbe bleibt, muß die ganze Menge der Speisen in Minus der durch Stuhl und Urin abgehenden Quantitäten durch die Perspiration wieder entfernt werden. In diese Rechnung tritt aber noch eine Correctionsgröße ein. Da nämlich ein Quantum der Nahrungsmittel in dem Körper selbst bleibt, um die durch die Energien der Organe untauglich gewordenen Materien zu ersetzen, so müssen bei dem Mangel der Veränderung des Körpergewichts die letzteren der erstern Menge gleich sein. Wie in der Folge erhellen wird, gehen die umgesetzten Stoffe nicht auf Einem Wege, sondern durch den Harn, die Perspiration und wahrscheinlich auch die Excremente ab. Diese Correctionsgröße erstreckt sich mithin in gleicher Art auf die sensiblen und die nicht sensiblen Ausleerungen.

So lange die Natur aus den vier organischen Grundelementen neue organische Körper schaffen will, combinirt sie diese in den diesen organischen Stoffen entsprechenden Verhältnissen. Einige der letzteren, wie z. B. die Holzfaser, das Amylon, das Gummi, der Pflanzenschleim, der Milchzucker, der Rohrzucker, der Traubenzucker, die Milchsäure, die Essigsäure und dgl. enthalten gerade doppelt so viel Atome Wasserstoff, als Sauerstoffatome vorhanden sind, d. h. Wasserstoff und Sauerstoff nach den Elementen des Wassers combinirt. Bei vielen anderen dagegen, z. B. bei den Proteinkörpern, dem Hämatin, der Colla, dem Chondrin, den Fetten und dgl. sind mehr Wasserstoffatome, als bei den existirenden Sauerstoffatomen zur Bildung von Wasser nothwendig wären, vorhanden. Bei keinem einzigen organischen Körper aber existiren von vorn herein so viel Sauerstoffatome, als nöthig wären, um mit allen vorhandenen Wasserstoffatomen Wasser, und mit allen Kohlenstoffatomen Kohlensäure zu bilden. Träte dieses Verhältniß je ein, so würden

wahrscheinlich die energischeren binären Verwandtschaften obsiegen. Es würden aber keine ternäre oder quaternäre organische Substanz, sondern die unorganischen Combinationen der Kohlensäure und des Wassers entstehen. Das gleiche Verhältniß scheint auch in Betreff des Stickstoffs und des Wasserstoffs rücksichtlich der Ammoniakbildung statt zu finden. Will daher die Natur organische Substanzen wieder vollkommen zerstören, so verfährt sie auf dieselbe Weise, wie wir bei der Elementaranalyse, d. h. sie entlehnt das fehlende Quantum Sauerstoff, läßt so die binären Affinitäten die lockereren ternären und quaternären überwinden und bringt Kohlensäure und Wasser hervor. Was bei unseren Elementaranalysen das Kupferoxyd oder das chromsaure Bleioxyd in höherer Temperatur leistet, das vollführt die Natur bei gewöhnlicher Wärme durch die Atmosphäre. Auf beiden Wegen werden nur die zu der Herstellung der binären Verbindungen fehlenden Sauerstoffatome herbeigeschafft. Bei den organischen Körpern nimmt aber die Natur diese Methode in zwei Hauptfällen in Anspruch: 1) bei der Fäulniß, d. h. wenn nach dem Stillstehen des organischen Uhrwerks die organischen Stoffe durch ihren regulirten Wechsel nicht widerstehen, der Einwirkung der Atmosphäre unterliegen und so in binäre Verbindungen übergehen. 2) Bei dem Herausschaffen der Perspirationsmaterie, wo mit Beihülfe eines Theils oder des Ganzen durch die Athmung herbeigeführten Sauerstoffs in Betreff des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs die Elementaranalyse vor sich geht. Man könnte diese Veränderung der Perspirationsmaterie geradezu einen Fäulungsproceß bei lebendigem Leibe nennen, wenn nicht durch die Verhältnisse des Stickstoffs noch eine Differenz entstände. Bei der unter dem Einflusse von Wasser vor sich gehenden fauligen Zersetzung giebt eine Portion Wasser selbst seine Elemente her, damit sich dann auf Kosten des Wasserstoffs Ammoniak bilde und der Sauerstoff zur Formation von Kohlensäure und Wasser mithelfe. Bei der Ausscheidung des Unbrauchbaren der Speisen und Umsetzungsstoffe der Körpertheile geht der Stickstoff nicht in dieser unorganischen Form allein, sondern noch in organischen Substanzen, zum Theil in der Galle und vorzüglich in Harnstoff, Harnsäure und Hippursäure im Urin fort. Wenn daher im Folgenden von der Elementaranalyse der Perspirationsmaterie die Rede ist, so bezieht sich dieses nur auf die Elemente der Kohlensäure und des Wassers.

Wir können also den Ernährungsproceß im Allgemeinen so auffassen, daß die in das Blut übergegangenen und hierbei in mehr oder minder veränderte organische Stoffe umgewandelten Speisen zunächst die Materien der einzelnen Secrete und die Ersatzstoffe für die verbrauchten Körpertheile liefern, daß aber dasjenige, was übrig bleibt, verbunden mit den Materien der umgesetzten Körpertheile, insofern es nicht wieder mit den Excrementen durch den Harn, die Hautabschuppung und andere oben angeführte Secrete abgeführt, unter Einwirkung des von der Luft hergegebenen Sauerstoffs als Kohlensäure und Wasser fortgeführt wird. Wollen wir uns den allgemeinen Gang dieser Processe etwas genauer vergegenwärtigen, so müssen wir die Wege, welche die organischen Substanzen bei diesem Kreislaufe betreten, specieller verfolgen.

Der Mensch, wie jedes Thier, es sei pflanzen- oder fleischfressend, seine Speisen enthalten eine größere oder eine geringere Menge Stickstoff, ist bei seiner Ernährung auf eine Mischung von Speise und Getränk, von festeren oder flüssigeren, wasserärmeren und wasserreicheren Nahrungsmitteln angewiesen. Meistentheils werden die Speisen in dem Magen mit einer größern oder geringern Menge Flüssigkeit auf diese Art gemischt. Das Wasser, wenn

es rein oder überhaupt nur in hinreichender Quantität vorhanden ist, zieht die Speisen aus. Diese werden bei einer Wärme von 30° R. längere oder kürzere Zeit mit Wasser gleichsam digerirt. Die im Wasser auflöslichen Salze gelangen je nach der Dauer der Einwirkung und der Beschaffenheit der Flüssigkeit mehr oder minder vollständig in dieses Wasserextract. Dasselbe muß mit den im Wasser leicht löslichen Farbestoffen der Fall sein. Das Wasserextract selbst wird aus leicht begreiflichen Gründen, und wie es die Erfahrung auch lehrt, schneller resorbirt, gelangt ins Blut und verdünnt dasselbe. Ein Theil dieses Wasserüberschusses im Blut dunstet dann in Haut und Lungen ab. Da aber bei der Schnelligkeit des Kreislaufes auf diesem Wege allein keine vollständige Absetzung des Wassers und noch weniger der in ihm aufgelös'ten festen Stoffe möglich ist, so werden diese mit einer Quantität Wasser durch den den wässerigen Solutionen angewiesenen Hauptweg, den Urin, ausgeleert. Daher der baldige Drang zum Harnen nach dem Genusse von Getränken, der sich um so leichter einstellt, je mehr in dem Eingenommenen das Flüssige über das Feste vorherrschte und je mehr Stoffe, wie Kohlensäure, Salze u. dgl., welche durch den Urin wieder abgehen, in dem Getränke enthalten waren. Daher wir dann, wie Wöhler am Gründlichsten nachwies, im Urine die im Wasser löslichen Salze und Farbestoffe vorfinden. Was aber so von den Nahrungsmitteln mit dem Wasserextracte nicht hinweggegangen, wird nun dem durch die Kraft des sogenannten Pepsins verstärkten sauren Magensafte anheim gestellt. Wir wissen, daß auf diesem Wege außer allen in sauren Flüssigkeiten löslichen Stoffen und den durch Essigsäure löslichen unorganischen Bestandtheilen, wie z. B. dem phosphorsauren Kalke, auch die geronnenen Substanzen des Eiweißes, des Faserstoffs und des Käsestoffs löslicher gemacht werden. Bei der Analogie, welche Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzencasein mit den gleichnamigen thierischen Stoffen darbieten, läßt sich eine analoge Einwirkung auch auf sie erwarten. Amylon scheint auf diesem Wege nicht verändert zu werden. Wenigstens erkennt man in Kartoffelstückchen, welche man künstlichen Verdauungsflüssigkeiten ausgesetzt hat, noch die Stärkmehlkörnchen unter dem Mikroskope. Ein süßer Geschmack ist auch nicht immer deutlich wahrnehmbar. Wenn auch allgemein Speichel die Fähigkeit haben sollte, die Stärke in Zucker überzuführen, so ist bei der natürlichen Digestion die wechselseitige Einwirkung beider noch zu gering, als daß dieses im Munde oder im Magen schon vollbracht werden könnte. Im Dünndarme dagegen muß nach den Erfahrungen von Tiedemann und Gmelin eine solche Veränderung vor sich gehen. Auch diese Pflanzenstoffe werden hier in lösliche Verbindungen übergeführt und so resorptionsfähig gemacht. Was die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel betrifft, so werden die zum Theil nach Vogel, vorzüglich aber nach den Untersuchungen von Scherer (Kleber und Muskelfleisch) durch die Auflösung im Magensafte und die dann erfolgende Einwirkung der hinzutretenden Galle in eine mit dem Eiweiß identische Masse übergeführt, wie man nach Denis und Scherer künstlich manche Faserstoffarten (z. B. des venösen Bluts, des Muskelfleisches) durch Vermischung mit Wasser, Salpeter und kaustischem Kali und Natron in Eiweiß überführen kann. Wasser, saure Säfte der Verdauungsorgane und Galle unterstützen einander also gleichzeitig in dem Bemühen, möglichst große Quanta von Substanzen der Nahrungsmittel den Darmzotten zur Auffaugung zu geben. Die Einwirkung des durch das Getränk beigegebenen Wassers dauert hierbei verhältnißmäßig die kürzeste Zeit. Da nicht bloß im Magen, sondern auch in einer größern oder geringern Strecke des übrigen Darmkanals saure Säfte abgesondert werden, da bei reichlicherer Gallenabsonderung Portionen dieser

Flüssigkeit in mehr oder minder vollkommener Integrität bis in die dünnen Gedärme hinabreichen, so setzt sich der durch saure Verdauungssäfte und Galle bedingte Effect noch länger, als die bloße Magenverdauung dauert, fort. Vorzüglich scheint dieses für die einen anhaltenderen Effect verlangenden stickstofflosen vegetabilischen Nahrungsmittel zu gelten. Dieses dürfte vielleicht der Hauptgrund sein, weßhalb der Darm bei Thieren mit gemischter Nahrung länger als bei Fleischfressern, und bei Pflanzenfressern am längsten ist.

Daß die Annahme, daß der Chylus die unmittelbar aufgesogene aufgelös'te Speisemasse sei, wenig Wahrscheinlichkeit habe, habe ich schon an einem andern Orte aus anatomischen Gründen darzulegen gesucht[1]). Wenn die aufgelös'te Nahrungssubstanz die Masse der Darmzotte durchdringt, so stößt sie zuerst auf die Capillaren und erst später auf die im Centrum befindlichen Chylusgefäße. Die letzteren stehen zu den ersteren in einem entfernt ähnlichen Verhältnisse, wie Drüsengänge zu den sie umspinnenden Blutgefäßnetzen. Die mehr oder minder gleichartige Beschaffenheit des Chylus, der Umstand, daß er keine den aufgelös'ten Nahrungsmitteln entsprechenden Differenzen zeigt, unterstützt die eben vorgetragene Meinung. Durch sie lassen sich auch einige Paradoxa, welche sonst der Chylus darbieten würde, wenn auch nicht definitiv, doch hypothetisch erklären. Wir finden nämlich in dem Chylus sehr häufig, ja bei einzelnen Thieren fast constant Oeltropfen, welche in reichlichster Zahl darin emulsionsartig suspendirt sind. Allgemein leitete man dieses bis jetzt von verzehrtem Fette her, und wie vorgefaßte Meinungen zu unrichtigen factischen Angaben führen, so behauptet man auch allgemein, daß die Oeltropfen des Chylus in gleichem Maaße um so reichlicher werden, je mehr ölige Stoffe, z. B. Butter, verzehrt worden. So richtig das Letztere ist, so unrichtig dürfte das Erstere sein. In dem festern Rückstande des Chylus eines Pferdes, welches vorher reichlich mit Hafer gefüttert worden, fanden Tiedemann und Gmelin 15,47% braunes und 6,35 % gelbes Fett, also im Totale 21,82 %, d. h. mehr als $^1/_5$ des ganzen Fettes, während das Eiweiß nur das Doppelte bis Dreifache dieser Fettquantität betrug. Woher aber diese große Menge Fett? Kein Mensch wird behaupten können, daß der Hafer in diesen Verhältnissen zum Eiweiß Fett enthalte. Der Schlüssel dieses Phänomens dürfte vielleicht in Folgendem liegen. Schon Liebig deutete bei seiner Deduction, daß das Amylon nur zur Respiration, nicht zur Ernährung diene, darauf hin, daß durch gewisse Metamorphosen Amylon in Fett umgewandelt werden könne. Nach folgender Deduction dürfte dieses denkbar sein. Halten wir uns an die Analysen von Chevreul, so haben wir:

Bestandtheile.	Elain. des Menschenfettes	des Schweinefettes.	des Hammelfettes.	Mittel.
Kohlenstoff	78,566	79,098	79,354	79,006
Wasserstoff	11,447	11,146	11,090	11,228
Sauerstoff	9,987	9,756	9,556	9,766
	100,000	100,000	100,000	100,000

Suchen wir diese erhaltenen Mittelzahlen in eine Formel zu bringen, so hätten wir:

[1]) J. Müller's Archiv. 1839. S. 178.

Bestandtheile.	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
Kohlenstoff	79,006	11	79,06
Wasserstoff	11,228	19	11,36
Sauerstoff	9,766	1	9,58
	100,000	» » » »	100,000

Die Formel des Amylon $C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$ ist aber $= C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ H_1\ O_9 = C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ O_2 + H_1\ O^1\!/_2 + O_6{}^1\!/_2$; würde die Stärke vorher in Traubenzucker verwandelt, so hätten wir nach Brunner $C_{12}\ H_{24}\ O_{12} = C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ H_5\ O_{11} = C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ O_2\ H_5\ O_2{}^1\!/_2 + O_6{}^1\!/_2$; oder nach Liebig $C_{12}\ H_{23}\ O_{14} = C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ O_2 + H_{19}\ O_4{}^1\!/_2 + O_6{}^1\!/_2$. Aehnliche Deductionen ließen sich mit dem Gummi, dem Milchzucker und überhaupt allen vegetabilischen Hauptnahrungsstoffen, welche besonders Wasserstoff und Sauerstoff, wie im Wasser combinirt enthalten, machen. Hieraus erhellt aber, daß die Umwandlung solcher vegetabilischen Nahrungsproducte in Fett, während des Durchganges ihrer aufgelös'ten Massen durch die Substanz der Darmzotten und die dort erst erfolgende Einwirkung der Ernährungsflüssigkeit und des Bluts, so wie es anatomische und physiologische Verhältnisse andeuten, von chemischer Seite auch nichts gegen sich haben dürfte. Aus dem Amylon und den verwandten Stoffen stammte wahrscheinlich bei dem oben erwähnten Pferde der reichliche Fettgehalt (und vorzüglich das freie Elain) des Chylus. Von derselben Ursache dürfte es herrühren, weßhalb auch bei Menschen, welche z. B. Kartoffeln vor dem Tode genossen, mehr oder minder reichliche Oeltropfen im Chylus beobachtet worden.

Es entsteht nun zunächst die Frage, ob das Chylusfett und das Fett überhaupt nur aus stickstofflosen Substanzen hervorgehe oder ob auch stickstoffhaltige Körper bei der Verdauung so zersetzt werden können, daß eins der Nebenproducte stickstoffloses Fett ist. Für die letztere Annahme sprechen anatomisch-physiologische und diätetische Gründe. Der Chylus mit fettlosem Fleische gefütterter Hunde ist fettreich, oft reicher noch, als der Chylus der Pferde. Gesunde Menschen, welche lange vorher z. B. aus Armuth von Kartoffeln gelebt haben, werden nicht nur kräftiger, sondern setzen auch bald Fett an, sobald sie eine Zeit lang Fleischkost genießen. Daß aber auch von chemischer Seite die Erzeugung von Fett aus stickstoffhaltigen Substanzen möglich sei, dürfte folgende hypothetische Deduction anschaulich machen. Wir wissen, daß der durch den Magensaft aufgelös'te Chymus im Zwölffingerdarme und Dünndarme mit Galle vermischt und dann erst resorbirt wird. Verbinden sich hierbei 1 At. Protein und 1 At. Choleinsäure, und nehmen bei ihrem Durchgange durch die Substanz der Darmzotten 3 At. Wasser und 12 At. Sauerstoff auf, so gleicht die Masse 6 At. Elain, wie es als Oeltropfen in den Chylus übertreten kann, $3^1\!/_2$ At. Harnstoff und 1 At. Kohlensäure, welche in das Venenblut übergingen. Halten wir uns an die neuesten Formeln, so giebt, nach Scherer, 1 At. Protein $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$, nach Liebig 1 At. Choleinsäure $C_{38}\ H_{66}\ N_2\ O_{11}$, nach der oben gegebenen auf Chevreul's Analyse fußenden Berechnung 1 At. Elain $C_{11}\ H_{19}\ O_1$, und nach Prout, Liebig und Wöhler 1 At. Harnstoff $C_2\ H_8\ N_4\ O_2$. Wir haben dann:

1 At. Protein	=	C_{48}	H_{72}	N_{12}	O_{14}	
1 At. Choleinsäure	=	C_{38}	H_{66}	N_2	O_{11}	
3 At. Wasser	=		H_6		O_3	
12 At. Sauerstoff	=				O_{12}	
		C_{86}	H_{144}	N_{14}	O_{40}	=
6 At. Elain	=	C_{66}	H_{114}		O_6	
3½ At. Harnstoff	=	C_7	H_{28}	N_{14}	O_7	
1 At. Wasser	=		H_2		O_1	
13 At. Kohlensäure	=	C_{13}			O_{26}	
		C_{86}	H_{144}	N_{14}	O_{40}.	

Für das Blut und die Muskelsubstanz, welche beide nach Liebig die Formel $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{15}$ haben, gestalten sich die Verhältnisse noch einfacher. Denn wir haben:

1 At. Blut oder Muskel	=	C_{48}	H_{78}	N_{12}	O_{15}
14 At. Choleinsäure	=	C_{38}	H_{66}	N_2	O_{11}
1 At. Sauerstoff	=				O_{14}
		C_{86}	H_{144}	N_{14}	O_{40}.

Die Metamorphosencombination bliebe natürlicher Weise auch hier dieselbe. Ohne durch die Erfahrung nicht bewiesenen Formelspielereien irgend ein Gewicht beizulegen, deutet doch die vorgetragene Combination, welche sich ohne Zweifel durch zukünftige genauere Analysen in ihren Specialitäten ändern wird, darauf hin, daß auch stickstoffhaltige, wie stickstofflose Speisen zur Fettbildung des Chylus und von da des Blutes ihr Contingent liefern können. Ist die Erläuterung wahr, so erklärte sie auch, warum bei Fleischfressern und bei Menschen, welche Fleischspeisen verzehrt haben, der Chylus mehr Fett und der Harn mehr Harnstoff hat.

Bei Hunden zeigte sich, wie schon Tiedemann und Gmelin beobachteten, der Chylus nach dem Genusse von Fett, Butter u. dgl. fettreicher. Ob dieses Fett einfach durchschwitze oder nicht, ist noch nicht definitiv bestimmt.

Endlich muß ich noch rücksichtlich der Umwandlung des Amylon einen eigenthümlichen Umstand erwähnen. Tiedemann und Gmelin fanden nach Fütterung mit Stärke im Chylus des Hundes, nicht aber in dem des Pferdes, Zucker. Daß das Stärkemehl und die genannte Metamorphose desselben im Pferdechylus fehlte, dürfte nach der obigen Annahme, daß das Amylon in Chylusfett übergehen könne, erklärlich sein. Da es sich aber im Hundechylus aus leicht begreiflichen chemischen Gründen als Zucker vorfand, so ließe sich vielleicht annehmen, daß der durch den kürzern Darm bedingte schnellere Verdauungsproceß der Fleischfresser die Ueberführung der Stärke in Fett erschwere und daß sie so als Zucker schon in den Chylus gelange.

Außer dem Fette bilden Albumin und Fibrin die Hauptbestandtheile des Chylusrückstandes. Wir haben oben gesehen, daß nach Scherer durch die Einwirkung von Magensaft, Darmsaft und Galle die Proteinkörper wahrscheinlich in lösliches Albumin übergeführt werden. Als solches gelangt es auch ver-

muthlich in den Chylus. Hierauf deutet wenigstens der Umstand, daß nach Reuß und Emmert, Tiedemann und Gmelin u. A. diese letztere Flüssigkeit, ehe sie durch die Lymphdrüsen hindurchgegangen, weder gerinnt, noch Hämatin aufgenommen hat. Es ist nicht bestimmt anzugeben, ob bei der innigen Berührung, in welche Chylus und Blut innerhalb der Milchdrüsen und der Milz treten, Faserstofflösung in die Chylusgefäße durchschwitze und so den spätern Fibrinegehalt des Chylus in der Cisterna chyli und dem Ductus thoracicus erzeuge. Bei einer solchen Ansicht ließe sich, wenigstens nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen, kein Grund einsehen, weßhalb die Natur hier Faserstoff des Bluts dem Chylus beimengen sollte, um diesen letztern wenige Minuten darauf mit dem Blute zu vermischen. Hiernach könnte man eher vermuthen, daß auf einem uns noch nicht bekannten Wege durch die Lymphdrüsen ein Theil des Eiweißes des ursprünglichen Chylus in Faserstoff übergeführt werde. Allein anderseits deutet wieder die Thatsache, daß der Chylus nach dem Durchgange durch die meseraischen Drüsen fettarmer, dagegen eiweiß- und faserstoffreicher wird und daß er bei seinem Durchtritt durch die Milz Blutroth empfängt, darauf hin, daß ein gegenseitiger Austausch zwischen Blut und Chylus stattfindet — ein Object, auf welches wir übrigens noch in der Folge zurückkommen werden.

Man könnte sich mit Recht fragen, wozu die Natur in den Chylus aller Thiere eine verhältnißmäßig große Menge Fettes hineingebildet hat und weßhalb sie diese aus den Speisen herrührende Flüssigkeit nicht unmittelbar dem Blute beimengt. Ohne im Entferntesten dieses Räthsel lösen zu wollen, drängt sich uns in Betreff des Chylusfettes eine Betrachtung, welche uns diesen von der Natur gewählten Umweg erklärlicher macht, auf. Nähmen die Venen des Darmkanals den Chylus unmittelbar an, so müßte dieser das Pfortadersystem der Leber durchlaufen. Dieses ist auch in der That mit einem kleinen Theile des Chylus der Fall, da entschieden z. B. bei dem Pferde untergeordnete Chylusgefäße mit den Venen des Gekröses und Darmes anastomosiren. Der größte Theil des Chylus dagegen wählt die Bahn des Ductus thoracicus, d. h. schneidet den Umweg durch das Pfortadersystem ab, gelangt unmittelbar durch die Schlüsselbeinvene zum rechten Herzen und von da in die Lungen. Hier kann das Fett sogleich einen Theil des eingeathmeten Sauerstoffes in Anspruch nehmen und sich, während es im Körper weiter kreiset, elementaranalysiren. Diese ganze Vorstellung hat scheinbar das gegen sich, daß, wie wir sehen werden, wahrscheinlich die Elementaranalyse eines Theils der Perspirationsmaterie überhaupt nicht im Blute, sondern in der Ernährungsflüssigkeit vor sich geht. Wie dem aber auch sei, scheinen die anatomischen Verhältnisse darauf hinzudeuten, daß die Durchführung der größten Menge des Chylus durch den Milchbrustgang den Zweck hat, dieser neugebildeten Flüssigkeit den Weg durch das Auswurfsfiltrum der verbrauchten Stoffe, die Leber, abzuschneiden.

Im Blute selbst hört das Fett auf, frei und nur mechanisch beigemengt zu sein, sondern erscheint sogleich aufgelöst. Ist die Quantität desselben, welches auf diese Art durch die Speisen dem Körper zugeführt wird, nur so groß, daß sie durch den hinzutretenden Sauerstoff, gleich den übrigen stickstofflosen Bestandtheilen der Nahrungsmittel, elementaranalysirt werden kann, so geht sie auf diesem Wege davon. Ist sie größer, so muß ein größeres Quantum von Fett im Körper bleiben. Die Idee, daß das im Körper angehäufte Fett als stickstoffloser Körper nicht zur Erstarkung der thierischen, sondern als Respirationsmateriale diene, ist zuerst von Liebig ausgesprochen worden und dürfte, sobald sie durch directe quantitative Erfahrungen definitiv bewiesen wäre, ge-

wiß höchst fruchtbringend werden. Die Fettbildung selbst aber wird dann einerseits von dem Quantum von Stoffen, welche zur Fettmetamorphose geeignet sind und in der That in solches verwandelt werden, und anderseits von der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs abhängen. Denn ein je größeres Quantum von Oxygen eingeführt wird, um so mehr wird elementaranalysirt, um so mehr geht wieder als Kohlensäure und Wasser davon. Aus diesen Daten läßt sich das Fettwerden bei anhaltender Ruhe, bei phlegmatischen Leuten, bei Personen, welche wenig denken, die Mästung durch Einsperrung der Thiere in einem engen Raume und Darbietung reichlicher vegetabilischer Nahrung, nach Darreichung von Kohlenpulver und Wasser rc. recht gut erklären. Eben so läßt sich umgekehrt schließen, daß, wenn Nahrungsstoffe, welche in Fett übergehen können, nicht verabreicht, oder nicht verdaut, oder nicht auf die genannte Art verwandelt werden, das stickstofflose Fett angegangen wird, um mit dem eingeathmeten Sauerstoff die nothwendigen Ausscheidungsmaterien, Kohlensäure und Wasser hervorzubringen. Daher die Abmagerung durch Krankheiten, schlechte Nahrung, Fasten, bei Verhungerten u. dgl. Daher sich die Winterschläfer fett einlegen und mehr oder minder fettlos aufstehen. Wenn einzelne Winterschläfer bei ihrem Erwachen aus dem Winterschlafe noch Fett haben, so ließe sich immer noch denken, daß dieses gegen jene Liebig'sche Grundansicht nicht zeuge, weil der Athmungsact während des Winterschlafs möglichst reducirt ist. Allein so richtig auch jene Meinung sein mag und so sehr sie sich durch die mannigfachsten Thatsachen unterstützt sieht, so müssen doch noch gewisse Verhältnisse existiren, welche jenen Fettauffaugungsproceß beschränken. Es giebt Stellen des Körpers, z. B. die Augenhöhle, die Wangengegend, wo selbst bei dem Verhungerten das Fett in mehr oder minder reichlicher Menge angehäuft bleibt. Hier dient es als nothwendiger Organtheil und nicht als variabler Bestandtheil und bleibt, wie alle andern Organe des Körpers, wenn selbst aus Mangel an Nahrung die Lebensflamme, deren Brand es unterhält, erlischt.

Ehe wir diese Verhältnisse des Fettes verlassen, müssen wir noch einen Umstand, der in dem Art. Respiration ausführlicher besprochen werden wird, berühren. Es sind dieses die Proportionen des eingeathmeten Sauerstoffes zu der durch die Perspiration ausgeschiedenen Kohlensäure. Allen und Pepys fanden bei dem Meerschweinchen, daß durch das Einathmen nur so viel Sauerstoff verschluckt wurde, als der ausgeschiedenen Kohlensäure entsprach. Nach Dulong dagegen wird bei Pflanzenfressern $\frac{1}{10}$, bei Fleischfressern $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{5}$ mehr, als jene Menge beträgt, Sauerstoff verzehrt. Die Ursache dieser Differenz läßt sich aus der Verschiedenheit der Nahrung folgendermaßen erklären. In der stickstoffhaltigen Nahrung, welche größtentheils aus Proteinkörpern besteht, befinden sich nicht doppelt so viele Wasseratome, als Sauerstoffatome, sondern mehr von den ersteren. Gehen nun diese Substanzen oder ihre Metamorphosen in die Perspirationsmaterie, so bedürfen sowohl der Kohlenstoff, als ein Quantum Wasserstoff einer Menge hinzutretenden Sauerstoffes, um in Kohlensäure und Wasser verwandelt zu werden. Gingen sie in Fett über, so bedürften sie nicht minder eines Quantum Sauerstoffes zu ihrer Elementaranalyse. Es wird daher bei dem Athmen mehr Sauerstoff, als zur bloßen Kohlensäurebildung nothwendig wäre, verzehrt werden müssen. Bei den Pflanzenfressern scheint auf den ersten Blick dieses nicht stattzufinden. Denn die Hauptnahrungsmittel dieser Thiere, wie Amylon, Gummi, Pflanzenschleim, Traubenzucker enthalten Wasserstoff und Sauerstoff in derselben Combination, wie das Wasser, so daß dann durch den Athmungsproceß nur so viel Sauerstoff, als zur Bil-

dung der Kohlensäure nothwendig wäre, zugeführt zu werden brauchte. Dieser Satz könnte aber nur höchstens für bloße Nahrung mittelst der genannten Stoffe gelten. Da jedoch die Pflanzenfresser zu ihrer Existenz ebenfalls stickstoffhaltiger vegetabilischer Producte bedürfen und bei dieser dieselben Fälle, wie bei den analogen thierischen Nahrungsmitteln eintreten, so müßte auch ein Quantum für die Wasser- oder die Fettbildung bei dem Athmungsprocesse verschluckt werden. Es müßte dieses nur geringer ausfallen, weil die Menge der stickstoffhaltigen Nahrung auch hier geringer ist. Fände aber in der That jene oben geschilderte Umsetzung eines Theils des Amylon in bleibendes Fett Statt, so könnte der dadurch frei werdende Sauerstoff einen Theil der stickstoffhaltigen Substanzen oxydiren und so die durch die Athmung einzunehmende Sauerstoffmenge vermindern. Directe Versuche über die verschiedenen Athmungsverhältnisse nach dieser verschiedenen Nahrung werden hoffentlich in Zukunft bestimmten Aufschluß über diese Punkte geben.

Schon bei Gelegenheit der quantitativen Verhältnisse wurde bemerkt, daß, wenn man in beiden Versuchsreihen von Boussingault, welche am Pferde und der milchenden Kuh angestellt worden sind, die auf die Perspirationsmaterie kommenden procentigen Bestandtheile in eine Formel zu bringen sucht, Werthe, die sich sehr den Formeln der Milchsäure nähern, herauskommen. Wir erhielten nämlich für die Kuh $C_{15}\ H_{20}\ O_{10}\ N_{0,5} = 2\frac{1}{2}$ Atome wasserfreier Milchsäure $+ N_{0,5}$; für das Pferd $C_{19}\ H_{22}\ O_{10}\ N_{0,15}$, die, wenn wir 1 Atom Wasser + 1 Atom Sauerstoff hinzu addiren, 3 Atome Milchsäure giebt. Auf den ersten Blick scheint dieses Resultat mit früheren Annahmen auffallend zu stimmen. Bekanntlich hält Berzelius die Milchsäure für das Zersetzungsproduct der verbrauchten Körperorgane — eine Ansicht, welche in neuester Zeit durch Lehmann[1]) unterstützt und durch eigene Versuche bestätigt worden ist. Da wir nun durch Pelouze und Frémy wissen, daß alle zuckerartigen Stoffe, überhaupt vorzüglich Substanzen, welche Wasserstoff und Sauerstoff in denselben Combinationen, wie im Wasser, enthalten, durch Einwirkung thierischer Häute in Milchsäure übergehen, so würde es in beiderlei Beziehung stimmen, wenn bei den Pflanzenfressern die Perspirationsmaterie einen der Milchsäure mehr oder minder isomeren Körper darstellte. Nach den Untersuchungen von Liebig jedoch findet sich nirgends im normalen Organismus Milchsäure. Die letztere ist vielmehr ein sich äußerst leicht bildendes, die Gährung begleitendes Zersetzungsproduct. Wie mir Liebig selbst brieflich bemerkte, würden die obigen Perspirationsformeln, da in ihnen natürlich mehr oder minder vollkommen doppelt so viel Wasserstoff-, als Sauerstoffatome vorhanden sind, nur die in Betreff der Pflanzenfresser von Allen und Pepys gemachte Angabe, daß sie eben so viel Sauerstoff, als der Kohlensäurebildung entspricht, einathmen, unterstützen. Suchen wir aber die Verhältnisse specieller zu betrachten, so ergeben sich einige Momente, welche vielleicht die Idee der Umwandlung eines Theils des genossenen Amylon in das Fett des Chylus erhärten dürften. Bringen wir nämlich die procentigen Mengen der Totalsumme der von der Kuh genossenen Nahrungsmittel, wie sie schon im zweiten Theile dieses Artikels dargestellt worden, in eine Atomenformel, so erhalten wir:

---

[1]) A. a. O. S. 288.

Bestandtheile.	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C. . . .	49,50	16	[illegible]
H. . . .	[illegible]	24	6,23
O. . . .	[illegible]	10	41,52
N. . . .	[illegible]	0,5	2,21
	100,00		100,00

In den Nahrungsmitteln = C_{16} H_{24} O_{10} $N_{0,5}$ kommen also erst auf 24 Atome Wasserstoff 10 Atome Sauerstoff. 20 Atome Wasserstoff würden hiernach 8,3 At. Sauerstoff fordern. In der Perspirationsmaterie dagegen = C_{16} H_{20} O_{10} $N_{0,5}$ haben wir auf 20 At. Wasserstoff 10 At. Sauerstoff. Bei dem Pferde zeigt sich etwas Aehnliches, nur in geringerem Grade. Berechnen wir auch hier die Totalsumme der eingenommenen Nahrungsmittel, so haben wir:

Bestandtheile.	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C. . . .	50,93	16	50,25
H. . . .	5,77	23	6,01
O. . . .	41,49	10	[illegible]
N. . . .	[illegible]	0,5	[illegible]
	100,00		100,00

In der Formel der Nahrungsmittel = C_{16} H_{23} O_{10} $N_{0,5}$ kommen hier auf 23 At. Wasserstoff 10 At. Sauerstoff, während in der Perspirationsmaterie = C_{16} H_{22} O_{10} $N_{0,15}$ schon 22 Wasserstoffatome 10 Sauerstoffatome fordern würden. Doch ist die Sache hier weniger schlagend, weil die gefundene Menge des Wasserstoffs zwischen 22 und 23 Atomen sich befindet. Im Allgemeinen sehen wir aber, daß bei beiden Pflanzenfressern die Perspirationsmaterie an und für sich mehr oder minder sauerstoffreicher als die eingenommene Nahrung ist. Da nun dieser größere Sauerstoffreichthum von keinem umgesetzten und etwa in die Perspirationsmaterie übergegangenen Körpertheile herrühren kann, so dürfte er wahrscheinlich in dem Uebergange eines Theils von Amylon in Fett seinen Grund haben. Bedenken wir nun überdies, daß dasjenige, welches wir mit dem Namen Perspirationsmaterie belegt haben, nicht gänzlich durch die Lungen und die Haut als Kohlensäure und Wasser ausgeschieden wird, sondern zum Theil in die organischen Substanzen der übrigen Secrete mit Ausnahme eines Theils der Galle (s. unten) und das Totale des Harns und die Redintegration aller Gewebe eingeht, und daß alle diese organischen Substanzen mehr Wasserstoffatome, als zur Wasserbildung nöthig wäre, enthalten, so muß, wenn dann in der Perspirationsmaterie gerade oder beinahe doppelt so viel Wasserstoff- als Sauerstoffatome vorhanden sind, der Sauerstoffgehalt der durch Lungen- und Hautausdünstung als Kohlensäure und Wasser ausgeschiedenen organischen Substanz ursprünglich nur um so größer sein. Es würde dann durch die Stärkemehlnährung und wahrscheinlich durch die Fettbildung im Chylus überhaupt ein Quantum von Oxygen, welches sonst aus der Luft entnommen werden müßte, durch die Assimilation selbst geliefert.

Die stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, sowohl der nicht brauchbaren Bestandtheile der Nahrungsmittel als der umgesetzten Körpertheile, gehen, da kein Ammoniak ausgeathmet wird, vorzugsweise durch die Galle und den Harn wieder ab. Die geringe Quantität Ammoniak, welche als Chlorammonium mit dem Schweiße entfernt wird, die Stickstoffmengen, welche in den organischen Substanzen der Thränen, des Nasenschleims, des Genitalschleims u. dgl. enthalten sind, müssen vorläufig bei solchen allgemeinen Erörterungen aus Mangel an speciellen Datis noch bei Seite gesetzt werden. Betrachten wir nun die Zusammensetzung des vorzüglichsten Bestandtheils der Galle, der Choleinsäure, so haben wir für sie nach Demarcay $C_{42} H_{72} N_2 O_{12}$ und nach Liebig $C_{38} H_{66} N_2 O_{11}$. Die Atome des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs herrschen also hier vor. Für den Harnstoff dagegen, den charakteristischen Ausleerungsstoff des Urins erhalten wir nach Prout, Liebig und Wöhler $C_2 H_8 O_2 N_4$. Hier haben die Atome des Stickstoffs und Wasserstoffs die Oberhand. Schon hieraus können wir schließen, daß der nicht durch die Perspiration direct zu entleerende Kohlenstoff vorzugsweise durch die Galle, der Stickstoff insbesondere durch den Harn entfernt wird. Diese Schlußfolgerungen sind auch schon in dem zweiten Theile des Art. durch specielle Zahlen erhärtet worden. Aus ihnen erklären sich mehre Thatsachen auf eine leichte unbefangene Weise. Eine Nebenfolge der stärkern, durch Kleie, Kohlenpulver ꝛc. und Ruhe bewirkten Mästung der Thiere, vorzüglich der Vögel, ist eine sehr bedeutende Vergrößerung der Leber. Bei der Mästung wird viel Fett (und Pigment) producirt. Es werden reichliche kohlenstoffhaltige Producte geschaffen und daher auch reichlicher wieder umgesetzt. Dadurch muß die Leber als das Organ, welches hierfür vorzüglich in Anspruch genommen wird, wie jedes andere mehr geübte Organ sich in ihrer Masse vergrößern. Etwas Aehnliches findet sich wahrscheinlich bei südlichen Völkern. Bei ihnen ist z. B. das so kohlenstoffhaltige dunkle Pigment weit reichlicher. Daher auch der Umsatz desselben stärker; daher die größere Thätigkeit ihrer Leber und die größere Geneigtheit zu Krankheiten. Dazu kommt dann noch, daß sie, indem sie, wie Liebig richtig bemerkt, wärmere Luft einathmen, weniger Sauerstoff verzehren, weniger Kohlensäure bilden, und daß so leichter eine größere Kohlenstoffabsonderung auf der nächst stärkern Bahn, der Leber, entsteht und sich zugleich kohlenstoffreichere Producte im Körper selbst ablagern. Auf ähnlichen Principien beruht auch wahrscheinlich diejenige Form der Cirrhosis hepatis, welche durch Fettablagerung erzeugt wird. Wie wir daher bei Diabetes Fleischnahrung verordnen, um den Absonderungsfehler zu corrigiren, so dürfte bei jenem Leiden eine möglichst kohlenstoffarme Nahrung am besten conveniren.

Die so abgesonderte kohlenstoffreiche Galle muß aber, sobald sie Leber und Gallenblase verlassen, den Darm durchlaufen. Hier wirkte sie, wie wohl kein Mensch bezweifeln kann, als wesentliches Element der Verdauung mit. Wenn ich nicht irre, concentriren sich alle bis jetzt gangbaren Ansichten vorzugsweise dahin, daß das freie oder kohlensaure oder organischsaure Alkali der Galle durch die Säure des Chymus gesättigt werde. Allein abgesehen davon, daß das freie Alkali der Galle oft sehr gering, oft gar nicht wahrnehmbar ist, kann dieses unmöglich der einzige Zweck des Gallenergusses in den Darm sein. Die Natur konnte dieses durch jede andere, kaustische oder kohlensaure Alkalien enthaltende Lösung z. B. durch eine andere Modification des Pancreassafts auf einem weit einfachern Wege erreichen. Die organischen Stoffe der Galle müssen auch noch zu einem besondern Zweck in den Darm treten. Liebig kam daher auf die Idee, daß, da ein großer Theil der Galle aus dem Darme von

neuem resorbirt, der Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff derselben wieder benutzt werde, um die bei dem Ausathmen abtretende Menge von Kohlensäure und Wasser bilden zu helfen. Wäre dieses aber der directe Zweck, so machte die Natur einen ganz unnöthigen Umweg, wenn sie die organischen Stoffe der Galle (welche überdies von den Darmvenen aus nach der Leber zurückkehren müßte) erst in den Darm ergoß. Sie konnte das Endresultat besser und kürzer erreichen, wenn sie die organischen Stoffe der Galle gar nicht erst in die Gallengänge treten ließ, sondern sogleich in die Lebervenen, die untere Hohlvene und von da durch die Lunge führte. Wir werden daher nothwendig darauf hingewiesen, daß die organischen Substanzen der Galle an und für sich eine wesentliche Rolle bei dem Verdauungsacte spielen. Unsere bisherigen Kenntnisse lehren nichts Positives darüber. Denn daß Zusatz von Galle oder von Picromel zu künstlicher Verdauungsflüssigkeit die Verdauung hemmt, beruht, wie man sich leicht überzeugen kann, auf der Sättigung der in minimo nothwendigen freien Säure. Ein oder mehre Tropfen eines kaustischen oder kohlensauren Alkali leisten dasselbe. Wir vermögen uns daher vorläufig über die Rolle, welche die organischen Stoffe der Galle bei dem Verdauungsacte spielen, nur theoretische Vorstellungen zu machen. Schon oben haben wir gesehen, daß es denkbar sei, daß unter Mitwirkung von Choleinsäure, Wasser und Sauerstoff Proteinkörper in Fett, Harnstoff und Kohlensäure übergeführt werden. Nun liegt überdies die Idee sehr nahe, daß die Galle wie der Harnstoff noch zum Theil wieder gebraucht werden, um zur Bildung neuer Organe mitzuwirken. Eine solche Ansicht wäre anatomisch physiologisch nicht unwahrscheinlich, da die Natur keinen Theil und keinen Stoff als unnütz auswirft, ehe sie ihn möglichst benutzt hat. Auch chemisch wäre sie wenigstens hypothetisch vorstellbar. Addiren wir 1 At. Choleinsäure = $C_{38}\ H_{66}\ N_2\ O_{11}$ und 2½ At. Harnstoff = $C_5\ H_{20}\ N_{10}\ O_5$ zusammen, so haben wir $C_{43}\ H_{86}\ N_{12}\ O_{16}$. Um 1 At. Protein = $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$ zu bilden, sind nur zu wenig Kohlenstoffatome vorhanden. Es ist möglich, daß diese durch stickstofflose Nahrungsmittel hinzukämen. Wir hätten z. B. für das Amylon:

1 At. Amylon	=	C_{12}	H_{20}		O_{10}	
1 At. Choleinsäure	=	C_{38}	H_{66}	N_2	O_{11}	
2½ At. Harnstoff	=	C_5	H_{20}	N_{10}	O_5	
19 At. Sauerstoff	=				O_{19}	
		C_{55}	H_{106}	N_{12}	O_{45}	=
1 At. Protein	=	C_{48}	H_{72}	N_{12}	O_{14}	
17 At. Wasser	=		H_{34}		O_{17}	
7 At. Kohlensäure	=	C_7			O_{14}	
		C_{55}	H_{106}	N_{12}	O_{45}	

Dieses Beispiel ist natürlich eine bloße Formelspielerei, auf welche nicht der geringste reelle Werth zu legen ist. Es diene auch nur, um anschaulich zu zeigen, daß es allerdings nicht außerhalb des Bereichs der Möglichkeit liege, daß unter Zutritt von Elementen des Amylon und von Sauerstoff aus Choleinsäure und Harnstoff ebenfalls Protein, Wasser und Kohlensäure gebildet werden könnte. Da, wie wir früher sahen, bei der Verwandlung der Stärke in Fett für je 1 At. Amylon 1 At. Carbon und 9 At. Sauerstoff übrig bleiben, so könnten auch diese zu dem erörterten Zwecke dienen. Es versteht sich von selbst, daß sich ohne viele Mühe, wie mit Amylon, so mit Zucker, Gummi, Pflanzenschleim, Fett, ähnliche leicht zu findende Formeldeductionen machen lie-

ßen. Wir werden übrigens auf diesen Gegenstand noch in der Folge zurückzukommen Gelegenheit haben.

Halten wir die eben erwähnte Ansicht fest, so würde die von der Leber abgesonderte Galle in ihren durch die Säure des Chymus und die sauren Darmsäfte nicht fällbaren Bestandtheilen mit den aufgelös'ten Theilen des Speisebreies aufgesogen werden und hierbei dienen, die Stoffe selbst zu verändern; z. B. vielleicht Faserstoff in Eiweiß überzuführen, aus Proteinkörpern Fett zu bilden, mit stickstofflosen Speisen (und Harnstoff) Proteinkörper zu erzeugen u. dgl. Nur das völlig Unbrauchbare würde aus dem Organismus wieder entfernt. Da jedoch in dem Verdauungskanale nicht immer neuer Chymus vorhanden ist, die Gallensecretion aber beständig fortdauert, so erhellt hieraus, daß auch ein Theil der Galle, die nicht zu Verdauungs- und Ernährungszwecken mehr dient, einfach ausgeleert werden kann.

Der Harn, welcher gewissermaßen eine Supplementarsecretion in Bezug auf die Galle darstellt, übernimmt einerseits die Rolle, eine Quantität Wassers und die in Wasser gelös'ten organischen und unorganischen Bestandtheile, anderseits den nicht brauchbaren Stickstoff vorzugsweise abzuführen. Rücksichtlich des Nitrogens ist sein vorzüglichster und am meisten charakteristischer Stoff der Harnstoff. Nach diesem kommen dann Harnsäure, Ammoniak, Hippursäure. Daß der Harnstoff der Hauptrepräsentant für den durch den Urin abgeführten Stickstoff sei, lehrte einerseits sein so sehr bedeutender Stickstoffgehalt (nach Prout, Liebig und Wöhler 46,6—46,7 %) und anderseits der Umstand, daß er bei Fleischfressern um vieles reichlicher als bei Pflanzenfressern ausgeleert wird, daß er nach heftiger Bewegung und überhaupt nach allen Thätigkeiten, welche einen stärkern Umsatz der Körpertheile bedingen, an Menge zunimmt. Im Normale hängt wahrscheinlich die größere Quantität von Harnstoff von den genossenen und nicht assimilirten stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln, wenn diese in größeren Summen verabreicht worden, her. Allein daß auch durch die Umsetzung der Körpertheile Urée entstehe, beweisen die Erfahrungen, daß bei Hungernden der Harnstoffgehalt des Urins nicht nur nicht ab-, sondern zunimmt, und daß nach den Beobachtungen von Lassaigne, Marchand und Lehmann auch bei rein stickstoffloser Kost Urée im Urin gefunden wird. Leider besitzen wir noch keine sicheren Mittelzahlen, wie viel Harnstoff im Urine von Fleisch- und in dem von Pflanzenfressern vorkommt. Bedenken wir aber, daß auch bei letzteren, wenn sie ihre Bewegungsorgane fleißig in Anspruch nehmen, wie z. B. das Pferd, ein sehr reger Umsatz der Körpertheile stattfinden muß, und daß auch der Pflanzenfresser bei kräftiger Nahrung ein Quantum stickstoffhaltiger vegetabilischer Producte zu sich zu nehmen genöthigt ist, so muß es auffallen, weßhalb im Urine des Pferdes so wenig Harnstoff vorkommt. Hieronymi z. B. fand im Urine des Löwen bei 84,6 % Wasser und 15,4 % festen Rückstands 13,22 % Harnstoff, Osmazom und freie Milchsäure = 85,84 % des trocknen Rückstands überhaupt. Fourcroy und Vauquelin hatten im Pferdeharn bei 94 % Wasser und 6 % festen Rückstands 0,7 % Harnstoff = 11,66 % des trocknen Rückstands im Ganzen. Woher diese so geringe Menge Harnstoff? In der oben angeführten Versuchsreihe von Boussingault nahm das Pferd täglich 139,4 Grm. Stickstoff ein und entleerte durch den Harn nur 37,8 Grm., also auch, abgesehen von dem durch die Umsetzung der Körpertheile frei werdenden Stickstoff, viel weniger als durch die Nahrung eingenommen worden, so daß auch die Ausflucht, als ginge bei wenig Harnstoff viel Stickstoff mit dem Ammoniak davon, hinwegfällt. Vielleicht daß sich dieses Räthsel durch folgende hypothetische Vorstellung lösen läßt. Nehmen

wir an, daß bei der Chylusbildung die stickstoffhaltigen Proteinkörper, welche das Pferd genießt, unter der Beimischung von Choleinsäure der Galle in Fett übergehen, so werden für 1 Atom Protein 3½ Atome Harnstoff als Nebenproduct gebildet. Nun könnte aber aus nur 2½ Atomen Harnstoff mit 1 Atom Choleinsäure und 1 Atom Amylon neues Protein als Ersatz entstehen, wie ebenfalls früher entwickelt worden ist. Bediente sich die Natur dieses Weges und verwendete den aus den Proteinkörpern durch ihre Fettumwandlung frei werdenden Harnstoff, um mit Amylon und Choleinsäure, die beide in reichlicher Menge vorhanden sind, neues Protein zu bilden, so gewönne sie hierbei scheinbar. Denn die 7 Atome Harnstoff, welche sie aus 2 Atomen Protein zöge, reichten hin, um mit Amylon und Choleinsäure 2,8 Atome Protein neu zu erzeugen. Natürlicherweise sieht man leicht, daß der scheinbare Gewinnst auf dem Zusatze von mehr Choleinsäure beruht. Auf diesem Wege würde dann, da eine reichliche Gallenabsonderung stattfindet, mehr Protein, als durch die bloße einfache Aufnahme der durch die Speisen dargereichten Proteinkörper möglich wäre, hervorgebracht. Allein auch auf einer zweiten Bahn dürfte die Natur vielleicht diesem Ziele entgegeneilen. Wir wissen, daß bei dem Pferde und dem Rindviehe statt der Harnsäure bald Hippursäure, bald Benzoesäure producirt wird. Die Formel der Harnsäure ist $= C_5 H_4 N_4 O_3$, die der Hippursäure $= C_{18} H_{15} N_2 O_5$, die der Benzoesäure $C_{14} H_{10} O_3$. Hieraus erhellt aber, daß die Natur durch die Hippur- und Benzoesäure der Pflanzenfresser mehr Kohlenstoff und Wasserstoff und weniger Stickstoff entleert. Die Ersparung von Stickstoff ist bei der Benzoesäure natürlich größer als bei der Hippursäure. Das Nitrogen kann wieder mit Choleinsäure und Amylon zur Bildung von Proteinkörpern verwendet werden. Dieses scheint auch mit den Nebenumständen, unter welchen die Producte erzeugt werden, zu stimmen. Ein Pferd, welches ruhig im Stalle steht, dessen Muskeln also in geringerer Thätigkeit sind, daher weniger Ersatz an Substanz nöthig haben, producirt auch die noch stickstoffhaltige Hippursäure. Bewegt es sich und braucht so mehr Nitrogen für die Redintegration seiner Muskeln, so erzeugt es die stickstofflose Benzoesäure. Findet sich nicht etwa in dem mit Benzoesäure versehenen Harn mehr Harnstoff, so dürfte diese Sache direct beweisen, daß der Stickstoff der stärkern Umsetzung der thätigeren Theile nicht ausgeschieden, sondern nochmals zur Redintegration der Gebilde auf die oben geschilderte Weise benutzt wird.

Die Nahrungsmittel einerseits und die Excrete, namentlich die Perspiration, die Excremente und der Harn anderseits, bilden, wenn das Körpergewicht innerhalb eines bestimmten kürzern Zeitraums das Gleiche bleibt, die beiden Factoren, welche einander beständig compensiren müssen. Eine Reihe hierher gehörender, besonders die Formation der Kohlensäure und des Wassers betreffenden Punkte, hat Liebig in neuester Zeit mit ausgezeichnetem Scharfsinne entwickelt. Da wir in dieser Beziehung schon von den Speisen, den Excrementen und dem Harne theils in dem zweiten, theils in dem dritten Theile dieses Artikels gehandelt haben, so bleiben uns hier vorzüglich die Verhältnisse der Perspiration allein übrig. Je mehr Sauerstoff in den Körper gebracht wird, um so leichter wird sich mit oxydirbarem Kohlenstoff und Wasserstoff Kohlensäure und Wasser bilden. Wie Liebig schon sehr richtig bemerkt, hängt dieses aber mit der Temperatur des Medium, in welchem der Mensch oder das Thier athmet, sehr innig zusammen. Nehmen wir die Capacität der Lungen bei einem und demselben Individuum oder im Mittel als die gleiche an, so wird bei höherer Temperatur ausgedehntere Luft und daher weniger Sauerstoff einge-

athmet. Dasselbe Volumen inspirirter Luft aber wird bei der in der größern Kälte stattfindenden Condensation mehr Oxygen enthalten. Soll der Körper nicht selbst angegriffen werden, so wird er im Sommer und in wärmeren Zonen weniger, in der Kälte und in nördlicher oder höher gelegenen Gegenden mehr Kohlenstoff durch die Speisen zugeführt erhalten müssen. Daher der Nordländer mehr von Fett, der Südländer mehr von kohlenstoffärmeren Früchten lebt. Daher Hunger leichter in der Wärme als in der Kälte ertragen wird. Daher wir in warmen Zonen weniger als in kalten essen müssen. Daher auch z. B. jeder Flachländer, welcher nach höher gelegenen Städten der Schweiz, z. B. Bern, Freiburg, St. Gallen kommt, seinen Appetit gesteigert findet. Daher Alle überall im Winter mehr verzehren u. dgl. Aus demselben Grunde steigt auch die Eßlust der Polarvölker oft ins Unglaubliche, wie dieses z. B. von den Samojeden, den Eskimos bekannt ist. So erzählt auch Hogguer[1]), daß die Lappen das Fett außerordentlich lieben und daß zwei Menschen der Art binnen sechs Stunden ein ausgewachsenes Rennthier ganz und gar verzehrten. Nach Zetterstedt aß ein Lappe 12 Pfd. Butter auf ein Mal und ein Anderer, der zwei Tage lang gehungert hatte, ein ganzes Rennthier[2]). Wir dürfen jedoch die auf den oben vorgetragenen Satz zu basirenden Folgerungen nicht zu weit treiben. Im Allgemeinen können wir noch schließen, daß bei der bedeutenderen Menge producirter Kohlensäure auch die Kohlenstoffanhäufungen im Körper im Norden geringer sind als im Süden. Daher die reichlicheren Leberaffectionen in südlichen Climaten. Wollen wir dasselbe auf die Pigmentbildungen anwenden, so stoßen wir auf Schwierigkeiten. Denn einerseits haben wir im hohen Norden, wie eben z. B. bei den Lappen, dunkle Völkerstämme, anderseits behalten südliche Nationen, wie Juden, Araber, Italiener, Spanier, Neger, welche sich nach nördlichen Gegenden übergesiedelt haben, trotz der Veränderung des Clima, ihre dunkle Farbe der Haut und der Augen meistentheils bei. Hier siegt die individuelle und nationelle Constitution über die genannte Einwirkung der Temperatur des Landes.

Liebig sieht, wenn ich nicht irre, den Effect des eingeathmeten Sauerstoffs als das Primum movens der Kohlensäurebildung an und spricht daher auch von einer verzehrenden Einwirkung des Atmosphäre. Es scheint mir, als ließen sich einer solchen Ansicht folgende Gründe entgegenstellen. 1) Träte die Atmosphäre in der That in dem lebenden Organismus in dieser Rolle auf, so könnte sie höchstens so viel Kohlensäure und Wasser erzeugen, wie in der Fäulniß. Im Leben wird aber bei Menschen, Säugethieren und Vögeln mehr producirt, weil die Natur fortwährend den Verbrennungsmotor, den Sauerstoff einführt und die Producte, Kohlensäure und Wasser, abführt. Nun kann es aber unmöglich der Zweck der Natur sein, die mit so vieler Mühe aufgebaute Maschine des lebenden Organismus schneller noch als dieses durch Fäulniß möglich wäre, zerstören zu wollen. Die einzige Absicht des Athmungsprocesses kann von dieser Seite betrachtet nur die sein, einen schnellern Wechsel der Materie des Organismus zu erzeugen, diesen zu zwingen, das Ergänzungsquantum durch eingenommene Nahrungsmittel zu ersetzen. Spielte aber hierbei der Sauerstoff den bloßen Verbrenner, d. h. Zerstörer der organischen Theile, so könnte unmöglich die Aufhebung des Athmungsprocesses, wie dieses der Fall ist, momentan tödten. Es müßte das Leben wenigstens einige Zeit, d. h. so

---

[1]) Reise nach Lappland und dem nördlichen Schweden. Berlin 1841. 8. S. 153 u. 54.

[2]) Nach Hogguer (a. a. O. S. 168) werden die Rennthiere zu 6 — 10 Jahren geschlachtet. Ein 8—10jähriges, gut genährtes Thier kann 300—350 Pfd. wiegen.

lange bis das Blut tiefere materielle Veränderungen, vorzüglich im Nervensysteme, hervorgerufen hätte, fortdauern. Wenn man bedenkt, wie überall das arterielle Blut sogleich belebend wirkt, so dürfte eine Ansicht, daß das eingenommene Oxygen nur diene, um Kohlenstoff und Wasserstoff zu verzehren und fortzuschaffen, immer weniger Raum gewinnen. 2) Da die vorzüglichsten stickstoffhaltigen Körper des Pflanzenreichs in ihrer organischen Zusammensetzung den stickstoffhaltigen Hauptkörpern des Thierreichs analog sind, und die in der Pflanze noch reichlicher vorhandenen stickstofflosen Körper nur um so leichter unter dem Einflusse des Oxygens der Luft Kohlensäure und Wasser bilden konnten, so ließe sich bei den Vegetabilien eine solche verzehrende Einwirkung der Atmosphäre um so eher erwarten. Nun entbinden aber bekanntlich die Gewächse im Lichte Sauerstoff und nur im Dunkeln Kohlensäure. Die letztere leitet sogar Liebig nicht von der Pflanze selbst, sondern davon her, daß die von dem Gewächse aufgenommene Kohlensäure bei Mangel des Lichts nicht zersetzt werde und daher abdunste. Wie mir scheint, deuten alle anatomisch-physiologischen Verhältnisse darauf hin, daß in dem thierischen Körper der eingeathmete Sauerstoff noch zu anderen Zwecken als zur bloßen Verzehrung des verbrennbaren Kohlenstoffs und Wasserstoffs diene. Von chemischer Seite sind allerdings diese Wirkungen gegenwärtig noch schwer einzusehen. Allein anatomisch-physiologisch dürften sie kaum einem Zweifel unterliegen. Ich erinnere nur z. B. daran, daß Hirn, Rückenmark und jeder einzelne Körpernerve auf der Stelle gelähmt werden, sobald wir den Zutritt von oxygenirtem Blute zu ihm abschneiden.

Indem nun aber so der erwachsene Organismus dasjenige, was er durch die Perspiration, die Faeces und den Harn verliert, durch die Nahrungsmittel zu ergänzen sucht, ernährt er auch seine eigenen Körpertheile, d. h. ersetzt ihnen, wenn er weder wächst, noch abnimmt, so viel als sie durch ihre Kraftübung verbrauchen. Jede specielle Energie eines Organs oder Gewebtheils muß natürlich dieses abnutzen, von ihm eine bestimmte Menge, sei es in der Form von Kohlensäure und Wasser oder in anderer Combination abscheiden; der Muskel durch seine Bewegung, das Nervensystem durch seine nervösen Energieen, die Haut durch Fühlen und Abreiben u. dgl. m. Soll dieses wieder ersetzt werden, so werden aus den Nahrungsmitteln wieder gleiche Materien verlangt. Ein Mensch oder ein Thier, welches daher z. B. viel Bewegung hat, fordert reichlichere stickstoffhaltigere Nahrung und wird dann weniger fett als stark. Ein Mensch, der viel denkt, ist in der Regel magerer u. dgl. m. Von der Idee geleitet, daß die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel zur Wiederherstellung der mit Ausnahme des Fettes stickstoffhaltigen Theile, die stickstofflosen dagegen zur Fettbildung und Athmung allein dienen können, theilt auch Liebig die Nahrungsmittel in plastische, z. B. Fibrin, Albumin und Casein der Pflanzen und der Thiere und Respirationsmittel, wie Fett, Amylon, Gummi, Zucker, Pectin, Bassorin, Wein, Bier, Branntwein, ein. Nimmt man dagegen, wie oben vorgeschlagen wurde, an, daß bei den Pflanzenfressern die Proteinkörper der Nahrung in Fett umgesetzt werden und daß aus dem Nebenproducte dem Harnstoffe in Verbindung mit Choleinsäure und Amylon neue Proteinkörper entstehen, so ändert sich der Standpunkt ein wenig. Da die zu dieser Bildung nothwendige Galle nicht bloß aus den verzehrten Nahrungsmitteln, sondern auch aus den umgesetzten Körpertheilen entsteht, so kann dann, wenn die Natur zugleich weniger Harnstoff ausscheidet, selbst bei rein stickstofflosen oder bei stickstoffarmen Nahrungsmitteln Proteinbildung resultiren. Dieses scheint auch mit einigen diätetischen Phänomenen zu stimmen. Das Bier, z. B. anhaltend

und reichlich genossen, schwemmt den Körper auf, macht fett und verdummt. Nichts destoweniger aber bilden kleine Mengen starken Biers, wie Reconvalescenten täglich beweisen, ein wahrnehmbares Stärkungsmittel. Nun sind die Hauptbestandtheile des Biers, Wasser, Alkohol, Lupulin, Stärkegummi, Zucker, Pflanzenleim stickstofflos. Wenn auch Wackenroder in jedem Malzbier ¼—¾ % Pflanzeneiweiß gefunden hat, so dürfte es dieser geringen Quantität eines Proteinkörpers seine stärkende Kraft kaum verdanken. Dasselbe Raisonnement läßt sich für den Wein anwenden. Seine Hauptbestandtheile Wasser, Alkohol, Oenanthsäureäther, Zucker, Gummi sind stickstofflos und woher seine stärkende Kraft? Hier wären nur zwei Annahme zur Erklärung möglich. 1) Nach der Idee, diese Substanzen als Respirationsmittel anzusehen, würden sie Material für Kohlensäure und Wasser liefern und so verhüten, daß weniger Körpertheile zu diesem Zwecke aufgesogen würden. Diese Erklärung würde aber immer noch weniger vollständig erörtern, warum z. B. bei sparsamer Diät entstandene schlechte Eiterungen durch den Genuß von Bier, Wein u. dgl. verbessert werden. Auch frägt es sich noch sehr, ob wir bei der unzweifelhaft fortdauernden Galle- und Harnabsonderung den Umsatz der Körpertheile, der bei den nicht minder fortdauernden Energieen der Organe existirt, durch bloße Diätänderung so sehr beschränken können. 2) Oder man nimmt an, daß unter dem Einflusse der kohlen- und wasserstoffreichen geistigen Getränke mit Beihülfe der durch den Umsatz der Körperorgane entstehenden Choleinsäure und des Harnstoffs neue Proteinkörper entstehen. Ich muß offen bekennen, daß mich weder die eine noch die andere Hypothese befriedigt, daß mir aber die zweite naturgemäßer und vollständiger zu sein scheint.

In dem Nutritionsacte müssen beide Momente, das ansetzende und das fortgehende, mit einander im Gleichgewichte stehen. Wir haben schon im ersten Theile geschildert, was wir von der Art, wie der Ansatz der neuen Stoffe geschehe, wissen und wie vieles mehr wir daran nicht kennen. Die chemische Matrix des Ansatzes bildet das Blut und die von ihr ausgehende Ernährungsflüssigkeit. Aus diesen beiden Factoren müssen auch alle einzelnen Organtheile ernährt, d. h. gebildet werden können. Zu einer speciellen Erkenntniß, wie dieses überall geschehe, fehlen uns die Data noch durchaus. Allein die allgemeine Möglichkeit läßt sich auch von chemischer Seite einsehen. Scherer hat in neuester Zeit den Versuch gemacht, eine Reihe der wichtigsten Stoffe des thierischen Körpers in ihren elementaranalytischen Resultaten auf Protein zu reduciren. Nach ihm und Liebig ist die Formel des Protein $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$. Indem Scherer bei seinen gefundenen Werthen die Kohlenstoffatome auf C_{48} fixirte, erhielt er:

Leimgebende Gewebe (Ichthyocolla, junge Kalbssehnen und Substanz der Sklerotika) . . . . $= C_{48}\ H_{82}\ N_{15}\ O_{18}$
Daher 2 At. leimgebendes Gewebe . $= C_{96}\ H_{164}\ N_{30}\ O_{36}$
$= C_{96}\ H_{144}\ N_{24}\ O_{28}$
$+ H_{18}\ N_{6} + H_{2}\ O_{1} + O_{7}$.
= 2 At. Protein + 6 At. Ammoniak + 1 At. Wasser + O_{7}.

Chondrin (Rippenknorpel der Kälber und Cornea des Auges) . . . . . . $= C_{48}\ H_{80}\ N_{12}\ O_{20}$
$= C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14} + H_{8}\ O_{4} + O_{2}$
= 1 At. Protein + 4 At. Wasser + O_{2}.

Mittlere Arterienhaut (elastisches Gewebe)	$= C_{48}\ H_{76}\ N_{12}\ O_{16}$
	$= C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14} + H_4\ O_2$
	= 1 At. Protein + 2 At. Wasser.
Horngebilde (Oberhaut der Fußsohle, Haare, Büffelhorn, Nägel, Wolle) .	$= C_{48}\ H_{78}\ N_{14}\ O_{17}$
	$= C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14} + H_6\ N_2 + O_3$
	= 1 At. Protein + 1 Doppelatom Ammoniak + O_3.
Federn	$= C_{48}\ H_{78}\ N_{14}\ O_{16}$ = 1 At. Horn — O_1.

Die Eischaalenhaut des Hühnereies stellte sich nicht, wie anatomisch zu erwarten ist, dem elastischen, sondern dem Horngewebe parallel. Obgleich bei allen diesen Analysen nothwendigerweise sämmtliche Substanzen heterogene Gemengtheile und heterogene Entwicklungsstadien enthielten und daher die Resultate nur statistisch sind, obgleich natürlich ohne Bestimmung der Sättigungscapacität die Formeln unbestimmter erscheinen und die Reduction auf Protein, d. h. einen im Organismus wahrscheinlich im reinen Zustande gar nicht existirenden Körper nur etwas Ideales ist, so beweisen diese mühevollen Untersuchungen doch so viel, daß die Entstehung der organischen Stoffe der Muskeln, der Sehnen, der Knorpel, der Sklerotica, der Cornea, der hornartigen Gebilde aus dem an Proteinkörpern so reichen Blute ohne sehr bedeutende Umänderung der Elemente erfolgen könnte. Daß auf gleiche Art Formeln, nach welchen der Werth des Bluts in den Werth von Choleinsäure und harnsaures Ammoniak oder Harnstoff zerfällt werden kann, construirbar sind, wird später noch angeführt werden. Die Bildung der Fette ist schon daher leicht ersichtlich, weil vom Chylus aus immer bedeutende Mengen von Fett (mehr als augenblicklich verzehrt wird) in das Blut gelangen. Alle solche Formelcombinationen bleiben aber, so lange sie nicht empirisch bewiesen sind, Geistesspiele, welche höchstens bildlich veranschaulichen, nichts aber definitiv beweisen.

Alle durch den Ernährungsproceß hervorgerufenen Veränderungen müssen sich in dem Centrum der Vegetationserscheinungen, dem Blute, gleichsam abspiegeln. Diese Flüssigkeit muß daher als der Ausgangs- und der Sammelpunkt aller dieser Metamorphosen die größte Wandelbarkeit besitzen. In dieser Beziehung sind unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft und, was das Chemische betrifft, fast gänzlich defect. Wir wissen, daß die Blutkörperchen nicht unmittelbar zur Ernährung verwendet werden. Sie entstehen fortwährend und vergehen wiederum, d. h. lösen sich in dem Liquor sanguinis auf. Dieser letztere recrutirt sich wahrscheinlich auf diesem Wege um so mehr, je mehr er durch den Abgang der Ernährungsflüssigkeit verloren hat. Ist diese Annahme richtig, so sind die Blutkörperchen Bildungen, welche die Möglichkeit eines zur Ernährung tauglichen Liquor sanguinis bedingen. In neuester Zeit haben Schultz und vorzüglich Simon diese anhaltenden Metamorphosen der Blutkörperchen zu Vorstellungen über den Stoffwandel angewendet. Der Letztere erklärt z. B. daraus, daß sich nach ihm das Fibrin und Albumin trotz seines Abgangs durch Ernährungsproceß reichlicher im venösen als im arteriellen Blute vorfinden, und sieht die Erzeugung von Gallenstoffen und Harnstoff ebenfalls als Folgen dieser Zersetzungen an. Da sich aber über diesen Gegenstand bloße, nicht einmal auf Elementaranalysen zu begründende Hypothesen aufstellen lassen, so dürfte am besten jede nähere Darstellung vorläufig zu unterlassen sein.

In dem Liquor sanguinis, welcher durch die Gefäßhäute hindurchschwitzt, erleidet der Faserstoff, wie die Elementaranalysen von Fellenberg zeigen, noch keine Veränderung. Denn das in dem flüssigen gerinnbaren Exsudate eines Pferdes enthaltene Fibrin ließ sich noch nach den durch Nebenumstände gebotenen Reductionen auf die gleiche Formel wie der Faserstoff des Bluts desselben Thiers = $C_{80}\ H_{136}\ N_{23}\ O_{27}$ reduciren. Indem aber der Faserstoff sich ansetzt, gleichsam auskrystallisirt, zeigen sich Veränderungen, welche auch durch die anatomisch physiologischen Verhältnisse sehr gut unterstützt werden. Nach der ursprünglichen Deutung der von Fellenberg gemachten Elementaranalysen ergiebt es sich, daß zu einem je festern Gebilde der Faserstoff sich consolidirt, um so mehr Wasserelemente von ihm abgehen. Dieses Gesetz verificirt sich dann im Erwachsenen, im Embryo und bei krankhaften Neubildungen. Ueberall bleiben die Atome des Kohlenstoffs und des Stickstoffs ganz und gar oder fast gänzlich unverändert, und nur die des Wasserstoffs und Sauerstoffs oder die des erstern allein vermindern sich mit zunehmender Consolidation immer mehr [1]). Es traten so folgende genau mit einander zusammenhängende Sätze auf:

1) Der Blutfaserstoff des Pferdes ist wasser= oder wasserstoffreicher, als der Muskelfaserstoff desselben Thiers. Bei einer trächtigen Stute ergab sich für den Muskelfaserstoff aus dem Glutaeus maximus $C_{40}\ H_{62}\ N_{11}\ O_{11}$ und für den Blutfaserstoff $C_{40}\ H_{70}\ N_{11}\ O_{15} = C_{40}\ H_{62}\ N_{11}\ O_{11} + H_8\ O_4$ = 1 At. Muskelfaserstoff + 4 At. Wasser. Bei einem an Bauchentzündung verstorbenen Pferde glich der Muskelfaserstoff = $C_{80}\ H_{124}\ N_{22}\ O_{30}$, der Blut=

---

[1]) Die von Fellenberg gemachten Elementaranalysen, welche, wie man aus seiner Schrift sieht (Fragment de recherches comparées sur la nature constitutive des différentes sortes de fibrine du cheval dans l'état normal et pathologique. Berne 1841. 8. p. 9. fgg.), sämmtlich oft und mit Genauigkeit wiederholt wurden, und bei welchen die Verbrennung mit chromsaurem Bleioxyd vorgenommen worden, stimmen nur annähernd mit den Proteinformeln von Mulder. Der Grund davon dürfte aber der sein, daß die Behandlung mit Salzsäure, die Auflösung in Kali und die Fällung durch Essigsäure leicht die Wasseratome, welche allein Veränderungen zeigen, bewirken können. Eigenthümlicher erscheinen die Differenzen, wenn man die Analysen des Faserstoffs des Pferdebluts von Fellenberg mit der mit chromsaurem Blei unternommenen Untersuchung des Fibrin des Menschenbluts von Scherer (Annalen der Pharmacie. Bd. XL. S. 34) vergleicht. Beide Chemiker hatten ihre Faserstoffe nur mit Wasser ausgezogen und dann mit Alkohol und Aether behandelt. Fellenberg fand im Faserstoffe des Bluts einer trächtigen Stute in vier Bestimmungen 49,969 %, 50,256 %, 50,854 % und 50,562 % und nach Abzug der Asche 50,977 %, in der Fibrine eines mit Herzentzündung behafteten Pferdes in einer Probe 49,771 % und in dem Faserstoffe des Arterienbluts eines an Bauchentzündung verstorbenen Pferdes 50,810 % und 51,0208 % Kohlenstoff; Scherer dagegen bei der Verbrennung mit Kupferoxyd 53,671 % und bei der mit chromsaurem Bleioxyd 54,454 % Carbon. Es läßt sich nicht annehmen, daß hier ein analytischer Fehler zum Grunde liege. Denn abgesehen von der Wiederholung der Analysen erhielt Fellenberg aus dem dargestellten Protein Werthe, welche mit den von Mulder sehr gut übereinstimmten. Eben so unwahrscheinlich ist es, daß die von beiden Chemikern vorgenommene Vorbereitung des Auskochens und des Ausziehens mit Alkohol und Aether die Kohlenstoffprocente reducirt habe. Wenn man, was ebenfalls kaum anzunehmen wäre, den Unterschied nicht auf individuelle Verschiedenheiten übertragen kann, so dürfte er darin seinen Grund haben, daß, wie Scherer's Beobachtungen lehren, der Faserstoff unter dem Einfluß der Atmosphäre fortwährend Kohlensäure entwickelt, also Kohlenstoff verliert. Wäre diese Ursache die wahre, so würde aus den Elementaranalysen von Fellenberg folgen, daß diese freiwillige, fäulungsartige Zersetzbarkeit des Faserstoffs um so größer ist, je weniger Consolidation in ihm eingetreten, daher größer im Blutfaserstoffe als im Muskelfaserstoffe, dem festem Exsudatfaserstoffe u. dgl.

faserstoff dagegen $C_{80}\ H_{133}\ N_{22}\ O_{30} = C_{80}\ H_{124}\ N_{22}\ O_{30} + H_9 = 1$ At. Muskelfaserstoff + 9 Atom Wasserstoff.

Gleichwie der Blutfaserstoff der Mutter weniger consolidirt und daher wasserreicher als der Muskelfaserstoff derselben ist, so erscheint er, was anatomisch sehr einleuchtend ist, und gewissermaßen von selbst folgt, auch weniger consolidirt, als der Muskelfaserstoff der achtmonatlichen Frucht desselben Thiers. Für den Muskelfaserstoff des Embryo aus dem Glutaeus maximus ergab sich: $C_{40}\ H_{68,3}\ N_{11}\ O_{12,4}$. Blutfaserstoff der Mutter $C_{40}\ H_{70}\ N_{11}\ O_{15} = C_{40}\ H_{68,3}\ N_{11}\ O_{12,4} + H_{1,7} + O_{2,6} = 1$ Atom Muskelfaserstoff der Frucht + 0,8 Wasser + 1,8 Atom Sauerstoff.

3) Aus Nro. 1 und 2 folgt dann natürlicher Weise, daß der Muskelfaserstoff des Fötus zwar minder consolidirt, als der Muskelfaserstoff der Mutter ist, daß aber in dieser Beziehung die Differenz zwischen beiden geringer, als zwischen dem Muskelfaserstoff der Mutter und dem Blutfaserstoffe derselben ausfällt. Der Muskelfaserstoff der Frucht ist $C_{40}\ H_{59,3}\ N_{11}\ O_{12,4} = C_{40}\ H_{62}\ N_{11}\ O_{11} + H_{6,3}\ O_{1,4} = 1$ Atom Muskelfaserstoff der Mutter + 1,4 Atom Wasser + $H_{5,5}$. Zwischen dem Muskelfaserstoff und dem Blutfaserstoff der Mutter ergab sich aber eine Differenz von 4 At. Wasser.

4) Aus der allgemeinen Anatomie ist es bekannt, daß die Herzmuskulatur zwar quergestreifte Muskelfasern darbietet, daß sie aber in dem Systeme der mit zusammengesetzten Fasern versehenen musculösen Organe die niederste Stufe einnimmt. Hieraus ließe sich schon theoretisch erwarten, daß der Faserstoff der Herzmusculatur weniger consolidirt, als der des Glutaeus maximus sein wird. Fellenberg erhielt auch für den Muskelfaserstoff des Herzens $C_{80}\ H_{126}\ N_{22}\ O_{22} = C_{80}\ H_{124}\ N_{22}\ O_{22} + H_2 = 1$ Atom Muskelfaserstoff des Glutaeus maximus + H_2.

5) Auch die plastischen Neubildungen gehorchen denselben Gesetzen. Die ursprüngliche flüssige und gerinnbare plastische Ausschwitzung enthält Faserstoff, welcher mit dem Blutfaserstoff durchaus identisch ist. Wird die Ausschwitzung fest, so consolidirt sich der Faserstoff, erreicht aber nicht die Solidescenz des Faserstoffs der Muskeln. Da dieser Gegenstand nicht sowohl hierher, als in die Pathologie gehört, so unterlasse ich, die speciellen Formeln, welche in der in der Anmerkung citirten Schrift [1]) zu finden sind, hier zu wiederholen.

Jedenfalls beweisen diese Elementaranalysen von Fellenberg daß der Faserstoff in dem Blute (der Ernährungsflüssigkeit) und dem flüssigen gerinnbaren Exsudate am wenigsten consolidirt ist, daß seine Solidescenz in dem festen Exsudate und dem Muskelfaserstoffe des Fötus schon größer, in dem Muskelfaserstoffe des Herzens noch größer und in den willkürlichen Muskeln am größten wird. Das Grundfactum aber, durch welches diese verschiedenen Solidescenzgrade hervorgerufen werden, würde sich nach der Beurtheilung ändern. Setzt man voraus, daß bei den Fellenberg'schen Untersuchungen alle Faserstoffe noch vollkommen unzersetzt waren, so würde mit fortschreitender Consolidation der Faserstoff Wasser- oder Wasserstoffatome verlieren. Ja es ließe sich vielleicht rechtfertigen, wenigstens vermuthungsweise den Faserstoff des Bluts, der Ernährungsflüssigkeit und der gerinnbaren Ausschwitzungen für ein Faserstoffhydrat, welches um so mehr von seinem Hydratwasser verliere, eine je größere Consolidation eintrete, anzusehen. Nimmt man aber — was für die Conformität mit den Untersuchungen

---

[1]) S. auch noch Müller's Archiv. 1840 S. 552.

von Liebig und Scherer nothwendig wäre —, wie schon in der Anmerkung erörtert wurde, auf die Kohlensäure-Bildung des Faserstoffs Rücksicht, so würde die Fibrine um so weniger durch Einwirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre sich zersetzen, je mehr sie consolidirt ist. Sie würde daher nach dem Tode und wahrscheinlich auch im Leben mit ihrer fortschreitenden Consolidation ein um so größeres conservatives Moment sich aneignen.

Die Elementaranalysen sind noch viel zu neu und zu fragmentarisch, als daß sich über die speciellen Stoffumwandelungen bei dem regenerativen Momente des Ernährungsprocesses ganz klare Vermuthungen, geschweige denn sichere Schlüsse machen ließen. Es würden vorläufig alle Bemühungen der Art auf unbegründete Formelspielereien hinauslaufen. Nur in Betreff der Verhältnisse der Horngebilde scheint sich mir nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen eine solche Deduction auf eine nicht ganz unwahrscheinliche Art zu begründen. Wir wissen nämlich, daß bei diesen Theilen selbst im Erwachsenen durch den Ernährungsproceß fortwährend neue Zellen, wie im Embryo gebildet werden. Die ersten Zellen haben einen mehr proteinhaltigen Inhalt. Mit Verschwinden desselben tritt die Verhornung der Zellenwandung ein. Nun war die Formel der Hornsubstanz (mit Ausnahme der Federn, welche 1 Atom Sauerstoff weniger enthielten) $C_{48}\ H_{78}\ N_{14}\ O_{17} = C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14} + H_6\ N_2 + O_3 =$ 1 Atom. Protein + 1 Doppelatom Ammoniak + O_3. Es brauchen also nur durch die Zersetzung irgend eines stickstoffhaltigen Körpers des Bluts oder der Ernährungsflüssigkeit die Elemente des Ammoniaks dargereicht zu werden, um unter dem Einflusse von Sauerstoff aus dem primitiven proteinartigen Zelleninhalte die Verhornungssubstanz der Zellenwandungen herzustellen. Wächst diese Masse mit zunehmendem Alter, so bliebe der Proceß derselbe. Nur müßten neue Proteinkörper noch aus dem Blute zugeleitet werden. Die Formeln von Scherer führen auch in Betreff anderer Gewebe zu ähnlichen Vermuthungen, die sich, wenn man die oben angeführten Reductionen derselben auf Protein betrachtet, von selbst ergeben. Bemerkenswerth ist, daß bei allen mit Ausnahme der mittlern Arterienhaut zur Herstellung der Gewebe aus Protein freier Sauerstoff erfoderlich ist. Da nun die einzelnen Gewebe nicht unmittelbar aus dem Blut, sondern aus der das Parenchym der Organe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit ihre Erneuerungsmateriale erhalten, so läßt sich hieraus fast mit Gewißheit schließen, daß der Sauerstoff des Arterienbluts oder der Oxygen abgebende Körper nicht bloß in diesem bleibt, sondern auch die Ernährungsflüssigkeit durchdringt. Daß dieses mit den Gesetzen der Endosmose und Exosmose harmonire, versteht sich von selbst.

Das Excretionsmoment des Ernährungsprocesses besteht darin, daß die durch Kraftäußerung oder Energieübung verbrauchten Substanzen der Körperorgane wieder abgeführt werden. Die schon früher theils in dem Artikel Absonderung, theils in diesem Artikel angeführten Momente deuten darauf hin, daß Galle und Harn die beiden Hauptwege sind, nach welchen sich die Producte des Excretionsmoments des Ernährungsprocesses hinwenden, um entweder noch ferner verbraucht oder definitiv entleert zu werden. In dieser Beziehung ist Liebig auf eine sehr schöne Formeldeduction gekommen. Er fand sowohl für das Blut, als die Muskelsubstanz die gleiche Formel [1]) $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{15}$. Die sensiblen Ausleerungen der Schlangen, der sogenannte Schlangenharn, ist fast nur harnsaures Ammoniak. Wir haben nun

[1]) Nach den von Playfair und Boeckmann (Liebig und Poggendorff's

1 Atom Choleinsäure . .	=	C_{38}	H_{66}	N_2	O_{11}	
1 Doppelatom Harnsäure .	=	C_{10}	H_8	N_8	O_6	
1 Doppelatom Ammoniak .	=		H_6	N_2		
		C_{48}	H_{80}	N_{12}	O_{17}	=
1 Atom Blut oder Muskel	=	C_{48}	H_{78}	N_{12}	O_{15}	
1 Atom Wasser	=		H_2		O_1	
1 Atom Sauerstoff . . .	=				O_1	
		C_{48}	H_{80}	N_{12}	O_{17}	

In den höheren Thieren ändern sich wegen der reichlichern Sauerstoffeinnahme die Producte. Man erhält dann statt des harnsauren Ammoniaks Harnstoff und Kohlensäure. Denn

1 Atom Choleinsäure . .	=	C_{38}	H_{66}	N_2	O_{11}	
2½ Atom Harnstoff . .	=	C_5	H_{20}	N_{10}	O_5	
5 Atom Kohlensäure . .	=	C_5			O_{10}	
		C_{48}	H_{86}	N_{12}	O_{26}	=
1 Atom Blut oder Muskel	=	C_{48}	H_{78}	N_{12}	O_{15}	
4 Atom Wasser	=		H_8		O_4	
7 Atom Sauerstoff . . .	=				O_7	
		C_{48}	H_{86}	N_{12}	O_{26}	

Die Bildung von Kohlensäure neben dem Harnstoff stimmt auch vollkommen mit dem, was in dem zweiten Theile schon über das Vorkommen von reichlichen kohlensauren Salzen im Urin bemerkt worden, und was die Verhältnisse der Respiration bekanntlich ebenfalls nothwendig machen. So schön diese Sachen stimmen, so sehr diese Formeln gewissermaßen anschaulich darlegen, wie unter dem Einflusse des eingeführten Sauerstoffs Blut und Muskel in Gallen- und Harnbestandtheile umgesetzt werden, so entsteht doch in Betreff der Vögel ein Punkt, der noch nicht ganz klar ist. Bei den Schlangen, welche weniger Oxygen abgeben können, bildet sich harnsaures Ammoniak, bei den Säugethieren, welche über mehr Sauerstoff zu disponiren haben, Harnstoff und Kohlensäure. Nun athmen die Vögel noch mehr Sauerstoff ein und bilden nichts desto weniger in ihrer sensiblen Ausleerung bekanntlich Harnsäure. Braconnot fand in dem Kothe der Nachtigall

Handwörterbuch der Chemie S. 897) angestellten Analysen zeigen Ochsenblut und Ochsenfleisch identische Werthe der organischen Grundelemente und selbst der Procente der Aschenbestandtheile. Wenn man bedenkt, daß das selbst fettfreie Muskelfleisch eine große Quantität Perimysium, Blutgefäße und Nervenfasern enthält, so kann man streng genommen nicht daraus schließen, daß Muskelfaser und Blut in ihrer Zusammensetzung identisch seien. Es folgt nur daraus, daß die Totalsumme der aus der Ernährungsflüssigkeit entstehenden Producte, wie Muskelfaser, Perimysium, Blutgefäße und Nerven in ihrer Gesammtgruppirung mit der Zusammensetzung des Bluts identisch sind. In diesem Falle muß aber eine eigenthümliche Compensation stattfinden. Denn da die Ernährungsflüssigkeit unmittelbar nur aus dem Liquor sanguinis hervorgehen kann, so muß dasjenige, was die Blutkörperchen ausmachen, in den soliden Bildungen der Muskelfasern, des Zellgewebes u. s. f. ergänzt sein. Man müßte dann vielleicht annehmen, daß beiderlei Gebilde ein identisches Grundcapital von festen Theilen haben und daß dieses daher durch beiderseitige Hinzufügung des Liquor sanguinis nicht geändert wird.

Harnsäure mit harnsaurem Kali und Ammoniak, Gmelin in dem eines mit Rindfleisch gefütterten Bussard harnsaures Ammoniak. Wollte man aber sagen, daß proportionell der größern Sauerstoffeinnahme auch mehr Kohlensäure und Wasser ausgeathmet werde, so ließe sich wenigstens nach den bis-jetzt vorliegenden Kenntnissen kein sicherer Grund finden, dasselbe nicht auch auf die Säugethiere überzutragen. Auffallend bleibt es aber, daß die Erscheinung des harnsauren Ammoniaks mehr mit der Kloakenbildung, die des Harnstoffs mehr mit den isolirten Harnwegen zusammenfällt. Erklärlicher wird aus diesen Formelcombinationen eine andere Thatsache. Wir wissen, daß sich in den Capillaren der Leber Arterienblut und Pfortaderblut vermischt, um die Galle zu erzeugen und daß die Gallensecretion zwar vorzugsweise von der Pfortader, allein auch zugleich von A. hepatica abhängt. Die obigen Formeln zeigen, daß zur Umwandlung in Galle ein Zuschuß von Sauerstoff nothwendig ist und erläutern so unmittelbar die Ursache des beigemischten arteriellen Bluts.

Durch das regenerative und das Excretionsmoment des Ernährungsprocesses entsteht der wahre Umsatz der Gebilde. In Betreff des letztern stellt sich nun das Problem, wie er sich bei Fleisch- und bei Pflanzenfressern verhalte. Bleiben wir zuvörderst auf dem rein chemischen Standpunkte stehen, so läßt sich, wie dieses auch Liebig gethan hat, mit Recht schließen, daß der Umsatz bei den Pflanzenfressern viel geringer, als bei den Fleischfressern ausfalle. Die Ersteren nehmen eine weit geringere Menge von stickstoffhaltigen und eine größere von stickstofflosen Nahrungsmitteln ein. Da aber alle thierischen Theile mit Ausnahme des Fetts Stickstoff enthalten und bei dem Athmen kein Nitrogen aus der Atmosphäre assimilirt wird (obgleich die von Magnus im Blute stets vorgefundene geringe Menge von Stickstoff eine neue Untersuchung trotz den Erfahrungen von Boussingault nothwendig machte), so muß ihnen viel weniger Ersatzmaterial zugeführt werden. Daher die geringere Menge von Harnstoff, daher die bloße Anwesenheit von Hippursäure und Benzoesäure statt der Harnsäure im Urin, daher die geringere Quantität von phosphorsauren Salzen in Harn und Stuhl u. dgl. mehr. Den Fleischfressern werden umgekehrt größtentheils stickstoffhaltige und nur in dem Fette stickstofflose Nahrungsmittel geboten. Bei ihnen muß daher der Umsatz weit stärker ausfallen. Daher bei ihnen die Nothwendigkeit reichlicherer Bewegung. Daher mehr Harnstoff, daher die Existenz der Harnsäure in ihrem Urin, daher die reichliche Menge phosphorsaurer Salze in ihren sensiblen Ausleerungen.

So richtig aber auch der Grundgedanke ist, daß die Fleischfresser mehr und rascher umsetzen, als die Pflanzenfresser, so dürften sich einige Gründe dafür anführen lassen, daß diese Differenz wahrscheinlich geringer ist, als sich nach den eben angeführten Ursachen erwarten ließe. Wir haben unter den Pflanzenfressern ebenfalls unermüdliche Läufer, wie das Pferd, die Gemse, das Rennthier, den Hasen u. dgl. Thiere, welche behuf ihrer Lebensweise sehr viel Kraft brauchen z. B. die pflanzenfressenden Nager. Obgleich keine genauen Erfahrungen hierüber vorliegen, so scheint doch die Hautabschuppung bei dem Pferde z. B. nicht wesentlich geringer, als bei dem Hunde zu sein. Es ließe sich wohl auch denken und nach den weisen Combinationen der Natur zum Theil auch erwarten, daß, wenn sie zwischen Pflanzen- und Fleischfressern keine so ungeheure Kluft von Kraft und Kraftäußerung, als sich der Verschiedenheit der Nahrung nach auf den ersten Blick erwarten ließe, erzeugt, sie auch durch eine gewisse Compensation das Gleichgewicht

möglichst herzustellen gesucht hat. Der Pflanzenfresser verzehrt im Allgemeinen weit mehr Nahrung als der Fleischfresser, und zieht dieselbe bei der größern Länge seines Darms wahrscheinlich mehr aus. Nichts desto weniger gehen, wie die Tabellen von Boussingault beweisen, noch selbst größere Mengen Nitrogen, als durch den Harn, mit dem Kothe ab. Wenn nun doch durch reichliche Energieausübung der Organe, vorzüglich durch starke Bewegung, auch ein größerer Umsatz bedingt wird: auf welche Art könnte wohl die Natur dieses realisiren, als daß sie vielleicht neben den stickstoffhaltigen Producten der Nahrungsmittel die stickstoffhaltigen Erzeugnisse der eigenen Körperorgane wieder benutzt, um das regenerative Moment des Ernährungsprocesses möglich zu machen? Man könnte sich vorstellen, daß die Choleinsäure und der Harnstoff der umgesetzten Körperorgane wieder zusammentreten, um Proteinkörper zu bilden. Der noch mangelnde Kohlenstoff und Sauerstoff würde, wie schon oben entwickelt wurde, leicht durch das Amylon herbeizuschaffen sein. Nur die überflüssigen oder gar nicht brauchbaren stickstoffhaltigen Bestandtheile der Speisen, der Galle und des Harns würden auf diese Art mit dem Kothe und dem Urine wieder ausgeleert. Bei den Fleischfressern würde eher ein Mangel an den Elementen von Kohlensäure und Wasser entstehen. Hier könnte, wie Cuvier schon ahnte und Liebig es bestimmter aussprach, die Galle theils an und für sich, theils dadurch, daß sie die Proteinkörper in Elain oder Fett überhaupt und Harnstoff umsetzte, den Mangel an Elementen der Kohlensäure und des Wassers, so weit dieses bei der Nahrungsweise und dem Athmungsverbrauche nothwendig ist, ersetzen. Erfolgte ein solcher Proceß, so müßte der Koth stickstoffarmer und der Urin harnstoffreicher werden. Man könnte sich daher hypothetisch vorstellen, daß so die amphibole Rolle, welche die umgesetzten Körpertheile und vorzüglich die Galle bei Pflanzen- und Fleischfressern spielten, eine Art von Compensation hervorriefen [1].

Alles Wachsthum resultirt daraus, daß die Ausgaben des Organismus geringer, als die Einnahmen sind. Es müssen daher dem jungen Thiere, und vorzüglich dem Embryo, welcher am meisten wächst, mehr Stoffe, als er verbraucht, geboten werden. Liebig sucht auch den Nutzen der Milch darin, daß in ihrem Käsestoffe die organischen Elemente der Blutbestandtheile, in der Butter und dem Milchzucker aber der für die Kohlensäure- und Wasserbildung nothwendige Kohlenstoff und Wasserstoff geliefert werde. Die beiden letzten Materien geben eine Compensation für den unabweislichen Verbrennungsproceß, so daß alle stickstoffhaltigen Bestandtheile in den Körper eingehen könnten. Daher auch die jungen Pflanzenfresser eben so gut, als die jungen Fleischfresser auf Milchnahrung in der ersten Zeit ange-

---

[1]) Bevor wir diesen Gegenstand verlassen, müssen wir noch einen Umstand, zu dessen Erklärung wir noch gar keinen Schlüssel haben und der uns zeigt, daß die Sache doch nicht so einfach ist, als sie vielleicht von dem Standpunkte der heutigen Chemie erscheint, anführen. Es betrifft dieses die Umkehrung der Nahrung bei Fleisch- und Pflanzenfressern. Ein Fleischfresser, z. B. ein Hund, kann Monate lang bei einer sehr stickstoffarmen vegetabilischen Kost, z. B. Kartoffeln, die nach Boussingault 1,2% Stickstoff (die organischen Stoffe = 100) enthalten, ausdauern, während ein Pflanzenfresser ein solches Experiment mit Fleischnahrung nicht aushielte. Der chemischen Theorie nach müßte eher das Gegentheil erwartet werden. Denn wenn wir für den Hund auch annehmen, daß die Kartoffeln ihm seine Respirationsmittel liefern und ihn so vor dem Tode schützen, so ließe sich nicht einsehen, warum der Pflanzenfresser nicht aus Fleischnahrung dasselbe ziehen und dazu ein stärkeres Wachsthum und einen stärkeren Umsatz seiner eigenen Körpertheile hervorrufen könnte.

wiesen sind. Da aber die jungen Pflanzenfresser nicht immer so lange, als sie bedeutend wachsen, Milch genießen, so muß man, wenn man dieser sehr ansprechenden Ansicht beipflichtet, annehmen, daß in ihren Nahrungsmitteln theils an und für sich, theils in Verbindung mit der Galle und dem Harnstoff der umgesetzten Körpergebilde ein Moment neuer Zufuhr von Proteinkörpern liege. Es fehlen bisjetzt noch alle Untersuchungen, um dieses zu entscheiden.

Im Embryo, wo das Wachsthum größer ist, muß die Zufuhr der Einnahmen die Ausgaben noch mehr übertreffen. Bei dem Menschen und den Säugethieren wird sich in dieser Beziehung nie eine Rechnung anstellen lassen, weil hier der eine Factor, nämlich das Quantum der von der Mutter durch die Placenta materna zugeführten Nahrungsstoffe, eine incommensurable Größe ist. Bei den Vögeln, wo ein Unternehmen der Art eher möglich wird, hat schon Prout eine Versuchsreihe gemacht. Der Umstand, daß nach ihm das Ei nach der ersten Woche des Ausbrütens 5%, nach der zweiten 13% und nach der dritten 16% an Gewicht verloren hat, deutet darauf hin, daß Eigelb, Eiweiß und Eischaale nicht nur für die stabile Bildung der embryonalen Körpertheile, sondern auch für den durch den Umsatz derselben und die Respiration nothwendig entstehenden Verlust Stoff genug darbieten. Bedenken wir die fast ungeheure Entwicklung, welche die Leber in frühester Embryonalzeit erleidet, und betrachten, wie dieses kaum anders möglich ist, die Allantoisflüssigkeit als das Product einer Harnabsonderung, die anfangs von den Wolffschen Körpern, später von den bleibenden Nieren vollbracht wird, die Amnionflüssigkeit aber als das Erzeugniß der Ausdünstung und Absonderung der Häute, vorzüglich der äußern Haut, so müssen wir schließen, daß die Bildung von Gallen- und Harnstoffen oder bei den niederen Wirbelthieren, welche des Amnion und der Allantois entbehren, wenigstens die von Gallenstoffen, ein wesentlicher Begleiter des Wachsthums des Embryonalkörpers sei. Wie man sich aber, vorzüglich bei den Pflanzenfressern, denken kann, daß die Galle und der Harnstoff nicht unnöthig ausgeleert, sondern von neuem verwendet werden, so läßt sich etwas Aehnliches für den Embryo vermuthen. Das Schlucken des Amnion, die Wiedereinnahme des Meconium in Verbindung mit dem in geringer Menge in dem Amnion befindlichen Eiweiße ließe sich hierher rechnen und in verschiedenartiger Weise deuten. Die Athmungsverhältnisse des Hühnerembryo lassen sich anatomisch darauf reduciren, daß auch hier eine Wechselwirkung mit der Atmosphäre stattfinde. Die Gefäße des Endochorion breiten sich am Exochorion oder der Eischaalenhaut aus. Das in ihnen fließende Blut steht daher mit der atmosphärischen Luft durch die Eischaalenhaut und die Eischaale in mittelbarer Berührung und kann, wenn wir die Analogie des Erwachsenen zu Hülfe ziehen, Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure und Wasser aushauchen. Hieraus dürfte sich dann der Gewichtsverlust, welcher nach Prout durch Bebrütung des Eies entsteht, erklären. Nach diesem Chemiker verliert ein Ei, welches unbebrütet an der atmosphärischen Luft liegt, im Mittel täglich ¾ Gran. Nehmen wir das mittlere Gewicht eines frischen Eies zu 900 Gran an, so beträgt sein Verlust durch die Bebrütung à 16% 144 Gran. Ein unbebrütetes Ei würde aber in 21 Tagen nur 15¾ Gran verloren haben. Rechnen wir auch dafür, daß das Ei während der Brütung in einer höheren Temperatur sich befindet und daher mehr verdunstet, das Doppelte bis Dreifache des zuletzt genannten Werths, so bleibt doch noch ein verhältnißmäßig nicht unbedeutendes Quantum, welches durch die Respiration als Kohlensäure und Wasser fortgegangen sein kann.

Da durch Dotter und Eiweiß dem Embryo Fett- und Proteinkörper geboten werden, so dürfte das Materiale zum Aufbau der Organe desselben nicht fehlen. Bei den Vögeln wird bekanntlich der Dotter nicht ganz aufgezehrt, sondern am Ende des Embryonallebens in den Bauch zurückgezogen und erst später resorbirt. Das Fett des Dotters dürfte so hier dasselbe leisten, was nach Liebig's Idee die Butter und der Milchzucker der Milch vollbringen, d. h. Kohlenstoff und Wasserstoff für die Bildung von Kohlensäure und Wasser darbieten. Diese Annahme wird noch dadurch unterstützt, daß die sogenannten Vasa lutea, so wie die Dotterplacenta der Schildkröten und Schlangen offenbar das Oel des Dotters einsaugen und dem Blute zum Verbrauche zuführen. Da der Embryo des Menschen und der Säugethiere mit der Atmosphäre in keinen Contact kommt und der Neugeborne sogleich Milch erhält, so dürfte dieses einen Fingerzeig liefern, weßhalb hier die Nabelblase nur in frühester Zeit von größerer Bedeutung ist und später keine wesentliche Rolle mehr spielt.

Daß in den Weichgebilden des Eies hinreichende Quantitäten von Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure und fixen Alkalien für den Embryo existiren, erhellt aus den Untersuchungen von Prout von selbst. Daß die sonst mangelnde Kalkerde, wie Berzelius und Lehmann vermuthen, von der Eischaale stamme und nicht, wie Prout annimmt, elementar erzeugt werde, dürfte wohl mehr, als wahrscheinlich sein.

Bedenken wir, daß bei der Entwicklung der Theile eine bestimmte Succession der morphologischen Gebilde stattfindet und stets eine frühere Form von einer späteren abgelös't wird, so läßt sich mit vieler Wahrscheinlichkeit voraussetzen, daß auch etwas Aehnliches rücksichtlich der Stoffe stattfinden und daß es quantitativ, wie qualitativ spätere Aequivalente für frühere Substanzen geben werde. Bis jetzt kennen wir nur in den Verhältnissen der Knorpel zu den Knochen solche Phänomene. Nach den Beobachtungen von Joh. Müller giebt der Knochenknorpel des schon ossificirten Knochens bei dem Kochen Colla, der der Ossification vorangehende oder durch Krankheiten wiederum dazu reducirte Knorpel Chondrin. In den früheren, wie den bleibenden Knorpeln haben wir nach den Erfahrungen von Fromherz und Gugert, Lehmann und mir viel Chloralkaloide, welche als Natronverbindungen angesehen wurden. Stellt sich die Ossification ein, so treten diese Combinationen zurück. Es erscheinen die Kalksalze vorherrschender. Allein auch in diesen wird eine ähnliche Succession bemerklich. Denn nach den Erfahrungen von Lassaigne, Kühn und mir herrschen in jungen Knochen wie in pathologischen ossificirten Neubildungen (wenigstens in der Asche) der kohlensaure Kalk über die Knochenerde vor, bis im Laufe der fernern Entwicklung das Verhältniß in das Umgekehrte umschlägt. Es bleibt noch zu untersuchen, ob nicht, wie die morphologischen Verhältnisse vermuthen lassen, solche Successionen in allen Organen früher oder später zum Vorschein kommen. Denn so sind z. B., wie schon eben angedeutet wurde, alle Hornbildungen in ihren frühesten Entwicklungsstadien eiweißartiger und etwas stickstoffarmer, als später.

Wir haben bisjetzt die wesentlichsten allgemeinen Ernährungs- und Wachsthumserscheinungen rein chemisch zu verfolgen gesucht. Es ist aber noch eines Gesetzes, welches den einfachen chemischen Verwandtschaftsgesetzen Fesseln anzulegen scheint, zu erwähnen. Ich sage: scheint. Denn wir müssen es schon nach den gegenwärtigen Kenntnissen für höchst wahrscheinlich, wo nicht gewiß annehmen, daß die chemischen Thätigkeiten des Organismus

überall nach den einfacheren chemischen Gesetzen, welche wir auch in unseren Laboratorien in Anspruch nehmen können, vor sich gehen. Zeigen sich in dem lebenden Organismus scheinbar abweichende Normen, so rührt dieses nicht sowohl von anderen Grundgesetzen, als davon her, daß in dem lebenden Körper die gegenseitigen Combinationen der Verhältnisse so fein und genau berechnet sind, daß dasjenige, was uns so abweichend erscheint, die Folge der gewöhnlichen, nur mit höchster Weisheit gebrauchten Gesetze ist. Ein solches Phänomen bildet nun auch diejenige Norm, welche bei allen Wachsthums=, wie Ernährungserscheinungen wiederkehrt, und die man mit dem Namen der gleichartigen Affinität bezeichnen kann. Ein jeder schon gebildete Theil zieht nämlich aus Blut und Ernährungsflüssigkeit diejenigen Stoffe an, durch welche entweder seine eigene Masse vergrößert oder ein ihm gleichartiger Theil gebildet wird. In dem embryonalen Blasteme der Muskeln z. B. bildet sich nach dem Gesetze der isolirten Entstehung an einzelnen distanten Stellen je eine Muskelfaser. An dieser krystallisiren neue aus, und dieses setzt sich so lange fort, bis endlich die Blastemmasse nur zu dem Perimysium reducirt ist. Eben so zieht die gebildete Sehnenfaser die Entstehung einer neuen Sehnenfaser u. s. f. nach sich. Wie bei der Fäulniß der in Zersetzung begriffene Körper seine Nachbarschaft ähnlich zersetzt und so endlich die Decomposition in der ganzen Flüssigkeit hervorruft, so ist das Gleiche auch hier, nur mit dem wesentlichen Unterschiede der Fall, daß hier durch den Organisationsplan bestimmt ist, wie weit sich diese gleichartige Bildung ausdehnen darf, daß sie durch andere widerstrebende Kräfte und Verhältnisse früher oder später ihre Grenze findet. Bei der Ernährung zieht jeder Theil seine gleichartige Nahrung an sich. Damit aber das Materiale hierfür vorhanden sei, darf sich der Organismus nicht auf die mehr oder minder wechselnde und zufällige Beschaffenheit der Nahrungsmittel verlassen, sondern muß aus diesen nach bestimmten determinirten Zwecken auswählen. Am deutlichsten zeigt sich dieses bei den unorganischen Bestandtheilen der Nahrungsmittel. Trotz der leichten Löslichkeit der Knochenerde in Säure, besonders in der in den Verdauungssäften enthaltenen Essigsäure und Salzsäure, wirft doch ein Hund, welcher Knochen verzehrt hat, den größten Theil des phosphorsauren Kalkes mit den Excrementen wieder aus und behält vorzüglich die organischen Bestandtheile des Knochenknorpels zurück, weil sonst eine zu große Menge phosphorsaurer Kalkerde in seinen Körper gelangen würde. Wie eigenthümlich sich die Assimilation der Talkerdesalze gestalte, wie Säuren aufgenommen, Basen abgeschieden werden, haben wir schon oben gesehen. Wahrscheinlich werden sich mit dem Fortschreiten der organischen Chemie auch ähnliche Verhältnisse in Betreff der organischen Bestandtheile nachweisen lassen. Diese scheinbaren Paradoxa auf einfachere chemische Grundgesetze zurückzuführen, wird aber auch wahrscheinlich früher oder später gelingen.

Ueber die Einflüsse, welche das Nervensystem auf die Ernährungserscheinungen hat, müssen wir auf den Artikel Nervenphysik verweisen[1]).

G. Valentin.

---

[1]) Da dieser Ende Januar 1842 abgeschlossene Artikel einen Gegenstand, mit welchem sich im gegenwärtigen Augenblicke verschiedene Chemiker und Physiologen anhaltend beschäftigen, behandelt, so dürften wahrscheinlicher Weise bis zu dem vollendeten Drucke des Wörterbuchs noch eine größere Reihe fördernder Thatsachen bekannt werden. Sollte dieses der Fall sein, so werden die nothwendigen Nachträge in einem Supplementartikel: entweder im zweiten Bande des Wörterbuchs (unter dem Titel »Nutritions=Erscheinungen«) oder am Schlusse des ganzen Werks geliefert werden.

Anmerkung der Redaction.

Fieber.

Auf Krankheit eines Organismus schließen wir, wenn Lebensäußerungen desselben wahrgenommen werden, welche von den ihm habituellen und durch sein Entwicklungsstadium bedingten abweichen. Indem veränderte Erscheinungsweisen lebender Organismen auf veränderte Art ihres Seins schließen lassen, betrachten wir die bei einem Individuum wahrnehmbaren Krankheitssymptome als Aeußerungen einer veränderten Lebensstimmung desselben: seines Krankseins. Gewahren wir die nämlichen abweichenden Lebensäußerungen bei mehren Individuen und bieten jene auch in Betreff ihrer zeitlichen und räumlichen Aufeinanderfolge Uebereinstimmung dar: so nehmen wir Gleichheit der Krankheitsform bei ihnen an. Wir schließen ferner aus dem Uebereinstimmenden, das ihre Lebensäußerungen während eines gewissen Zeitraums darbieten, daß sie während des letztern auch in gleicher Lebensstimmung sich befinden.

Der wissenschaftlichen Pathologie liegt es nun ob, die einzelnen krankhaften Erscheinungen abzuleiten von veränderter Lebensstimmung der einzelnen organischen Theile, jene also auf diese zurückzuführen. Ihre Aufgabe wird es aber ferner, den innern Zusammenhang zwischen den einzelnen häufig oder gewöhnlich, bald coexistirenden, bald auf einander folgenden Symptomen begreiflich zu machen, durch den Nachweis, warum eine gefundene abweichende Lebensstimmung eines Theils a. die habituelle Stimmung von Theilen b. c. d. nicht nur vorzugsweise, sondern auch nach bestimmten Richtungen hin modificirt. Indem sie so verfährt, gelingt es ihr meistens zu beweisen, daß eine Menge der verschiedensten Symptome, welche eine Krankheitsform charakterisiren, ihren gemeinsamen Ausgangspunkt haben in der veränderten Lebensstimmung eines einzigen Gebilds oder Theils. Man könnte sagen: sie reducire auf diese Weise die allgemeinen Krankheiten auf örtliche, wenn nicht dieser letztere Ausdruck völlig unlogisch wäre, indem er eines der wesentlichsten Attribute des Organismus: seine Einheit, mittelst der Wechselwirkung aller seiner Theile, aufhebt. Allerdings aber reducirt sie die Einwirkung der die Krankheit hervorrufenden Schädlichkeiten auf einzelne Theile und vergrößert die Zahl der consensuellen auf Kosten der primären.

Versuche, die »das Fieber« charakterisirenden krankhaften Erscheinungen von der alterirten Lebensstimmung einzelner Theile abzuleiten und in ihrem physiologischen Zusammenhange zu begreifen, sind in neuerer Zeit mehrfach gemacht worden, namentlich von Kremers [1]), Henle [2]), Stilling [3]). Die rücksicht-

---

1) Carl Kremers Beobachtungen und Untersuchungen über das Wechselfieber. Aachen 1837. 8.

2) Henle pathol. Untersuchungen. Berlin 1840. 8.

3) Stilling physiol., pathol. u. medicinisch-praktische Untersuchungen über die Spinal-Irritation. Leipzig 1840. 8.

lich mehrer wesentlichen Punkte herrschende Uebereinstimmung in den Ansichten dieser verschiedenen Forscher verbürgt die Richtigkeit mancher ihrer Argumentationen; die Abweichungen in denselben, die Zweifel, welche sie vorbringen, und die Hypothesen, zu denen sie ihre Zuflucht nehmen, zeigen dagegen, welche Lücke die Nervenphysiologie noch auszufüllen hat, um die Probleme der Pathologie befriedigend zu lösen.

Die das Fieber charakterisirende Syndrome symptomatum ist folgende:

Es stellt ein Kältegefühl sich ein, das vom leisesten partiellen Schauder bis zum heftigsten, allgemein scheinenden Schüttelfroste sich steigern kann; dabei ist der Puls klein, hart, beschleunigt; die Respiration frequent und mehr oder minder beengt; ein Gefühl allgemeiner Abspannung und Ermattung vorhanden; die Haut wird allmälich blaß und contrahirt sich; die Hautausdünstung wird nach und nach unterdrückt; der Urin, welcher etwa gelassen wird, ist blaß, wässerig. Nach längerer oder kürzerer Zeit tritt, in der Regel unter Verminderung der Abgeschlagenheit, an die Stelle des Kältegefühls ein anfangs momentanes und partielles, später allgemeiner werdendes und anhaltendes Gefühl gesteigerter Wärme, das bis zur brennendsten Hitze zunehmen kann. Dabei entwickelt sich der Puls, wird größer, freier und weicher, bleibt indeß beschleunigt; die Respiration wird freier, bleibt aber ebenfalls beschleunigt; die Haut turgescirt, die Hautausdünstung kehrt wieder und häufig stellt Schweißabsonderung sich ein. Der Urin wird saturirt und seine eigenthümlichen excrementitiellen Bestandtheile sind im Verhältnisse zu seinem Wassergehalte reichlich vorhanden. — So lange diese Symptome anhalten, sistirt das Verlangen nach Speisen, während dagegen der Durst groß zu sein pflegt. Was die Zeitdauer anbetrifft, in welcher diese Syndrome symptomatum abgeschlossen wird, so ist dieselbe sehr verschieden. In der Regel ist das Stadium des Frostes kürzer als das der Hitze. Sehr selten endet das Fieber — ohne durch pausenweises Nachlassen oder Schwinden der Symptome unterbrochen zu werden — in Einem Anfalle. Viel häufiger dauern einzelne Symptome längere Zeit anhaltend fort, während sie jedoch in regelmäßig wiederkehrenden Zeitabschnitten — oft unter Hinzutritt neuer Symptome — sich steigern (febris remittens). In vielen Fällen endlich schwinden die charakteristischen Symptome zeitweise gänzlich, um nach Verlauf von festen Pausen in bestimmter Folge wiederzukehren (febris intermittens).

Wir nehmen also zwei Eigenthümlichkeiten in der charakteristischen Syndrome symptomatum wahr: 1) in jedem Stadium der Krankheit ändern die Symptome ihren Charakter, und 2) ihre Intensität steigt und fällt rhythmisch.

Alle einzelnen dem Fieber pathognomonischen Symptome müssen von veränderter Stimmung des Nervensystems abgeleitet werden. Jedes einzelne derselben kann durch künstliche Einwirkung auf gewisse Nerven hervorgerufen werden.

Was zuerst die Gefühle des Frostes und der Hitze anbetrifft, so sind sie Weisen, in welchen verschiedene Lebensstimmungen unserer centripetalen Hautnerven vom Bewußtsein percipirt werden. Die centripetalen Hautnerven leiten eben so wenig atmopshärische Temperatur zum Sensorium als der Sehnerv atmosphärisches Licht. Da Veränderungen ihrer Lebensstimmung, welche nicht durch die atmosphärische Temperatur, sondern durch andere Einflüsse, z. B. durch Gemüthsaffect hervorgebracht sind, ebenfalls in der Qualität von Frost und Hitze vom Sensorium empfangen werden, so müssen wir es als eine Energie vieler centripetaler Hautnerven anerkennen, daß sie ihre veränderten Lebensstimmungen in dieser Weise dem Bewußtsein überliefern.

Die Gefühle der Mattigkeit, Abspannung und Entkräftung, welche auch nach starken willkürlichen Muskelanstrengungen und bei jeder allgemeinen körperlichen Erschöpfung wahrgenommen werden, deuten jedenfalls auf Modificationen in der habituellen Stimmung gewisser Provinzen des Nervensystems; mit hoher Wahrscheinlichkeit dürfen wir annehmen, daß sie eine Form des Bewußtwerdens von Stimmungen centripetaler, in den Muskeln endender Nerven sind.

Das Gefühl der Beengung und Oppression beim Athmen ist ohne Zweifel Ausdruck einer Lebensstimmung anderer Nerven und zwar wahrscheinlich solcher, welche in der Bahn des Vagus in die Centralorgane sich begeben. Bisweilen hören wir bei reinen Pneumonieen, welche ohne gleichzeitige Affection der Pleura verlaufen, die Kranken nicht über Schmerz, sondern nur über Beengung, Angst und Oppression klagen. Dasselbe habe ich bei anderen, rein auf die Lungensubstanz beschränkten Affectionen, z. B. einmal bei ganz umschriebener Gangrän und einmal bei circumscriptem Markschwamm der Lunge zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Das Gefühl des Durstes läßt sich ebenfalls mit Wahrscheinlichkeit von einer Lebensstimmung centripetaler Nervenfasern, welche in der Bahn des Vagus verlaufen, ableiten. Aus derselben Quelle entspringt wahrscheinlich der Mangel an Appetit.

Die beschleunigte Herzbewegung und die ihr entsprechende Frequenz der Athembewegungen sind Folgen größerer Erregung centrifugaler Nerven. Die Frequenz des Pulses ist der Maßstab der Frequenz der Herzbewegungen; seine Härte und Weiche scheinen verschiedene Grade der Verkürzung der Arterienfasern und dadurch gegebene größere oder geringere Nachgiebigkeit gegen das eindringende arterielle Blut anzuzeigen.

Die Veränderungen der Haut, ihre anfangs vorhandene Contraction und ihre später eintretende Weiche und Turgescenz lassen sich mit Wahrscheinlichkeit von Modificationen centrifugaler, das Zellgewebe beherrschender Nerven ableiten.

Dasselbe gilt von den verschiedenen Zuständen der Hautgefäße, durch welche zuerst Bläße der Haut und Ausbleiben ihrer Ausdünstung, später Röthung und starke Hautausdünstung bewirkt wird. Daß ihre Erweiterung und Verengerung unter dem Einflusse des Nervensystems stehen, lehrt der Einfluß der Gemüthsaffecte sicherer als jedes künstliche physiologische Experiment. Contractur derselben läßt auf Erregung, Expansion derselben auf Nachlaß der Erregung der sie beherrschenden Nerven schließen. Der Einfluß, welchen der Grad der Expansion der Gefäße auf die Stärke der aus ihnen erfolgenden Exsudation haben muß, ist eben so klar; will man sich mit der täglichen Erfahrung, daß die Haut bei vermehrter Secretion des Schweißes geröthet ist, und dem Schlusse, daß ihre Gefäße dabei erweitert sein müssen, nicht begnügen, so findet man bei Beobachtung der mikroskopisch wahrnehmbaren Entzündungsphänomene hinreichende Beweise hierfür. Das Ausbleiben des Schweißes im Fieber ist also, gleich der Bläße, eine Folge der Contraction der Hautgefäße, deren Expansion im Hitzestadium dagegen sowohl die Röthung der Haut als die verstärkte Secretion bedingt.

Der bekannte Antagonismus zwischen Haut und Nieren läßt im Froststadium den Harn reich, im Hitzestadium arm an Wasser erscheinen.

Während des Fiebers ist also die habituelle Lebensbestimmung vieler functionell sehr verschiedener Nerven verändert. Nun äußern aber ferner dieselben Nerven ihre Thätigkeit in den verschiedenen Stadien der Krankheit auf

verschiedene Weise. Es läßt uns dies auf einen während der Krankheitsdauer eintretenden Wechsel in der Lebensstimmung der afficirten Nerven schließen, und es drängt sich daher die Frage auf, in welchem Zustande die Nerven während der einzelnen Stadien des Fiebers sich befinden?

Wir unterscheiden besondere Arten unserer Nerven, je nach den besonderen Weisen, durch welche ihre Lebensstimmungen sich zu erkennen geben. Jeder Inbegriff von zu einer Art gehörenden Nerven antwortet auf an ihn gestellte Fragen in eigenthümlicher Sprache, welche nie mit einer andern vertauscht wird. Eine jede dieser Sprachen hat aber verschiedene Laute; bald vernehmen wir diesen, bald jenen. Jeder dieser Laute entspricht — so müssen wir annehmen — einer eigenthümlichen Lebensstimmung des Nerven, von welchem er ausgeht. Statt des Ausdrucks Lebensstimmung bedienen wir uns häufiger der Bezeichnung »Erregung«, indem wir die eigenthümlichen Kräfte des lebendigen Nerven nicht qualitativ alterirt, sondern nur erregt oder deprimirt, uns denken können. Wir erblicken daher in den einzelnen Lauten der eigenthümlichen Sprache eines Nerven nur Ausdrücke der einzelnen Grade seiner Erregung. So fragen wir denn auch bei der Analyse der einzelnen Symptome des Fiebers, welche derselben einen gesteigerten, welche einen verringerten Erregungszustand gewisser Nerven ausdrücken?

Das Gefühl der Kälte und des Frostes betrachten wir als eine Form des Bewußtwerdens gesunkener Thätigkeit unserer Tastnerven. Dazu nöthigt uns einmal die Berücksichtigung der Bedingungen, unter welchen Frostgefühl am häufigsten sich einstellt; es entsteht nach Entziehung des die Tastnerven ansprechenden Einflusses äußerer Wärme, nach Verminderung der Blutmenge des Körpers — also nach Entziehung ihres nothwendigsten innern Lebensreizes —, nach deprimirenden Gemüthsaffecten, bei großer Ermüdung, nach Erschöpfung der Kräfte. Ferner geht Frostgefühl bisweilen der momentanen oder anhaltenden Lähmung der Tastnerven voran, z. B. beim Druck auf Nervenstämme. Und endlich ist das peripherische Tastgefühl oder, richtiger ausgedrückt, die Fähigkeit, verschiedene mit den peripherischen Ausbreitungen der Tastnerven in Berührung gebrachte Gegenstände zu unterscheiden, während des von ihnen ausgehenden Kältegefühls geringer als sonst. — Das Gefühl gesteigerter Wärme pflegen wir dagegen als den Ausdruck gesteigerter Erregung unserer Tastnerven anzusehen.

Das Gefühl der Abspannung und Ermattung deutet auf eine gesteigerte Erregung der (freilich noch hypothetischen) centripetalen Muskelnerven; das der Oppression, der Angst, des Durstes bezeichnet den gleichen Erregungszustand anderer centripetaler Nerven; das Gesunkensein des Appetits eine Depression centripetaler Fasern. Die Contraction der Cutis und Hautgefäße deutet auf gesteigerte, ihre Expansion auf verringerte Erregung der Gefäßnerven; die beschleunigte Herzbewegung auf gesteigerte Erregung der Herznerven.

Im ersten Stadium des Fiebers treffen wir also — die Prämissen als richtig vorausgesetzt — neben einander: gesunkene Erregung centripetaler Hautnerven, gesteigerte Erregung centripetaler Muskelnerven, häufig gesteigerte Erregung centrifugaler Muskelnerven (Gähnen, Zittern, Schüttelfrost, Zähneklappern), gesteigerte Erregung centrifugaler für das Hautzellgewebe und die Hautgefäße bestimmter Nerven, gesunkene Erregung centrifugaler für die Gefäße der Nieren bestimmter Nerven. Im zweiten Stadium ist dagegen die Erregung der centripetalen Hautnerven gesteigert, die der centrifugalen für das Hautzellgewebe und die Hautgefäße bestimmten Nerven gesunken, die der Nierengefäßnerven gesteigert. Während beider Stadien des Fiebers ist die Erre-

gung gewisser Fasern des Vagus gesunken, anderer seiner Fasern gesteigert (Durst); die der centrifugalen Herznerven gesteigert.

Ehe wir über den innern Zusammenhang dieser Zustände auch nur eine Vermuthung aussprechen, haben wir die Frage zu beantworten, ob diese von den habituellen abweichenden Nervenactionen die veränderte Lebensstimmung vieler peripherischer Nervenausbreitungen oder vieler im Centrum des Nervensystems befindlichen Fortsetzungen ihrer Fasern anzeigen? Rücksichtlich der Modificationen in dem Erregungszustande der betheiligten centrifugalen Nerven wird dies letztere wahrscheinlich, da wir wissen, daß die gleichzeitigen Modificationen des Erregungszustands vieler motorischen Nerven fast immer von den Centralorganen des Nervensystems ausgehen, oder durch sie vermittelt werden. Rücksichtlich der centripetalen Nerven ist das Gleiche möglich, indem bekannt ist, daß die während ihres Verlaufs im Centrum statthabende Excitation einer Summe von centripetalen Primitivfasern vom Sensorium so empfunden wird, als wären die peripherischen Ausbreitungen derselben Fasern excitirt.

Daß die im Fieber veränderten Empfindungen, wenigstens theilweise, rein excentrische Erscheinungen sind, dafür sprechen überwiegende Gründe. Zuerst der von Henle mit Recht hervorgehobene Umstand, daß eine so große Zahl mit verschiedenen Energieen begabter centripetaler Nerven gleichzeitig afficirt erscheinen. Je größer in Krankheitsfällen die Zahl gleichzeitig afficirter Nerven ist, um so eher sind wir berechtigt, den Ort ihrer gemeinschaftlichen Affection in einem ihrer Sammelpunkte zu suchen: also in den Centralorganen des Nervensystems. Es gehen 2) in der Regel dem Auftreten des das Fieber charakterisirenden Symptomencomplexus unbestimmtere krankhafte Erscheinungen voraus, z. B. Gefühle von Unbehaglichkeit, Unlust, Mattigkeit, Schwäche, veränderter oder wechselnder Gemüthstimmung, Schmerzhaftigkeit einzelner Theile, Veränderungen im Appetit. Gesetzt diese Empfindungen bekundeten nicht schon eine Affection der Centralorgane des Nervensystems, sondern seien nur der Ausdruck veränderter Erregung peripherischer Nervenausbreitungen: so müssen sie doch nothwendigerweise die Stimmung der Centralorgane des Nervensystems schon verändert haben, bevor die pathognomonischen Symptome des Fiebers auftreten. Es ist 3) eine vermehrte Reizempfindlichkeit der sensiblen Rückenmarkspartien bei Fieberkranken häufig direct nachweisbar. Kremers hat — nach dem Vorgange von Hinterberger, Enz, den Gebrüdern Griffin — gezeigt, daß bei Wechselfieberkranken sowohl während des Stadium der Vorboten als auch während des Paroxysmus und der Zeit der Intermission Druck auf den ersten oder die ersten Rückenwirbel und oft auch auf die untersten Halswirbel eigenthümliche Schmerzen erzeugt. Stilling, welcher diese Wahrnehmung bestätigt, hat nachgewiesen, daß bei der von jenen Aerzten gewählten Untersuchungsmethode kein Druck auf das Rückenmark selbst ausgeübt wird, sondern daß der Druck nur die hinteren Hautäste der Spinalnerven trifft, welche durch ihn stärker erregt werden. Das Phänomen ist also dies: Bei Wechselfieberkranken schmerzen die peripherischen Ausbreitungen der hinteren Hautäste der Spinalnerven unter gewöhnlichen Umständen nicht; gelinder Reizung derselben, welche sie sonst wenig afficirt, folgen aber verhältnißmäßig heftige schmerzhafte Empfindungen, welche bald nur von den gereizten peripherischen Punkten, bald auch von vielen anderen nicht direct gereizten Punkten der Hautoberfläche auszugehen scheinen. Der letzte Umstand ist besonders beweisend für stattfindende gesteigerte Reizempfänglichkeit der in einer gewissen Partie des Rückenmarks befindlichen und hier juxtaponirten centripetalen Nervenfasern, da wir wissen, daß die Mittheilung eines gegebenen Lebenszustandes einer Nerven-

faser A. auf Fasern B. C. D. nicht in der Peripherie, sondern nur in den Centralorganen erfolgen kann und auch hier nur unter gewissen Umständen — namentlich bei gesteigerter Reizbarkeit der Centralorgane — zu erfolgen pflegt. — Zu bemerken ist übrigens noch, daß jene excentrischen Erscheinungen nicht bloß bei Wechselfieberkranken, sondern auch bei anderen Fieberkranken in der Regel beobachtet werden, wie ich aus eigener Beobachtung bestätigen kann. — Zu diesen Gründen gesellt sich 4) noch der, daß das Frostgefühl der Fieberkranken wenigstens anfangs durchaus nicht zu beseitigen ist durch Einwirkung atmosphärischer Wärme auf die peripherischen Hautnerven. Hätte es in einer gesunkenen Erregung dieser selbst und nicht ihrer centralen Fortsetzungen seinen Grund, so würde es doch wahrscheinlich unter Einfluß desjenigen Agens weichen, das ihre gesunkene Thätigkeit sonst am ersten zu heben pflegt. — Hiermit ist denn bewiesen, daß das Frostgefühl mindestens anfangs eine rein excentrische Erscheinung ist. — Wenn später die Hautgefäße sich zusammengezogen haben und somit die Wechselwirkung der peripherischen Tastnerven mit dem Blute gehindert ist, können natürlicherweise auch diese letzteren selbst afficirt werden.

Es wirft sich zunächst die Frage auf, welcher Theil der Centralorgane des Nervensystems im Fieber wesentlich afficirt ist, das Rückenmark oder das Gehirn? Da weder die Sinnesfunctionen noch die psychischen Thätigkeiten während des Fiebers wesentlich und nothwendig verändert sind: so ergiebt sich, daß in der Regel nicht alle Provinzen des Gehirns, sondern nur diejenigen, welche als Fortsetzungen des Rückenmarks angesehen werden müssen, afficirt sein können. Bei der weiten Ausbreitung der fieberhaften Erscheinungen, namentlich über alle Theile des Rumpfes, läßt sich ferner mit einiger Sicherheit annehmen, daß das Rückenmark selbst entweder in weiter Ausdehnung oder an einer solchen Stelle verändert sein muß, an welcher die meisten Nervenfasern des Rumpfes zusammenkommen. Daß aber auch die übrigen Partieen des Gehirns — bald primär, bald sympathisch — mit ergriffen werden können, ergiebt sich aus dem nicht seltenen Vorkommen solcher Symptome, welche von den Aerzten vorzugsweise als nervöse bezeichnet werden. Dahin gehören z. B. die subjectiven Sinneserscheinungen, die Delirien, die Betäubung, der Stupor u. s. w.

Wenn wir nun an die Erörterung der Frage gehen, in welchem Zusammenhange die einzelnen Symptome des Fiebers stehen, so muß uns zunächst der Umstand auffallen, daß die Symptome während der zwei unterschiedenen Stadien der Krankheit ihrem Charakter nach verschieden sind, und daß in jedem der beiden Stadien anscheinend entgegengesetzte Erregungszustände centripetaler und centrifugaler Nerven neben einander existiren, wie früher schon gezeigt ward. Hier liegt einmal die Möglichkeit einer gleichzeitigen, durch Eine gemeinsame Schädlichkeit bedingten, obwohl verschiedenartigen Affection zweier im Centralnervensysteme befindlichen Collectionen functional verschiedener Nerven vor. Näher liegt es jedoch, die Modificationen der Erregung gewisser Fasern als sympathisch oder antagonistisch entstanden sich zu denken. Namentlich muß man geneigt werden, die Veränderungen in der Thätigkeit der centrifugalen Nerven von einer vorausgegangenen Affection der Empfindung vermittelnden Nerven abzuleiten.

Gleich dem Fieberfroste, ist auch das unter anderen Umständen auftretende Kältegefühl häufig verbunden mit einer auf Contraction ihrer Gefäße deutenden Blässe der Haut, z. B. wenn der Körper längere Zeit einer niedern Temperatur ausgesetzt ist, oder wenn er nach Aufenthalt in einer erhöheten Temperatur plötzlich die Einwirkung einer niedern Temperatur erfährt, ferner bei de-

primirenden Affecten: Furcht, Schreck, nach angestrengter geistiger Thätigkeit, nach langem Wachen, bei großer Ermüdung. Anderseits sehen wir gesteigertes Wärmegefühl und dessen höhern Grad: Schmerz eben so häufig mit vermehrter Röthe und Gefäßanfüllung derjenigen Hauttheile, von welchen jenes ausgeht oder auszugehen scheint, sich verbinden. So im Fieber, nach Einwirkung äußerer Wärme, bei Neuralgieen, bei Entzündungen, bei Schamröthe u. s. w.

Unmöglich kann diese Verbindung des Frostgefühls mit Contraction der Hautgefäße, des Wärme- und Schmerzgefühls mit ihrer Expansion eine bloß zufällige sein. Entweder bewirken Depression oder Excitation centripetaler Nerven, deren Ausdruck einerseits Frost und anderseits Wärme und Schmerz sind, durch Einwirkung auf die Gefäßnerven den veränderten Tonus der Gefäße, oder jene veränderten Stimmungen der sensitiven Nerven sind eine Folge des veränderten Zustands der Hautgefäße. Henle ist geneigt ein antagonistisches Verhältniß zwischen centripetalen Nerven und denjenigen, welche die Gefäße beherrschen, anzunehmen. Er hält zugleich die Erregung oder Depression der centripetalen Nerven für primär und die Erschlaffung oder Contraction der Gefäßnerven für secundär und antagonistisch, giebt indessen zu, daß dieselbe Reihe von Erscheinungen folgen müsse, wenn primär die Gefäße sich erweitern oder contrahiren, indem dadurch die Wechselwirkung der centripetalen Nerven mit dem Blute gefördert oder gehindert wird. Sicher kann der letztere Fall eintreten. Wenn z. B. unmittelbar nach der Unterbindung des Arterienstamms eines Glieds die Blutzufuhr zu demselben verringert ist, tritt, offenbar in Folge dieses letztern Umstands, ein Gefühl von Schauder oder Frost in jenem Theile ein, der dagegen dem Gefühle gesteigerter Wärme (unter Zunahme der meßbaren Wärme) Platz macht, sobald der Collateralkreislauf sich herzustellen beginnt. Bei weitem häufiger scheint dagegen der Erregungszustand der centripetalen Hautnerven denjenigen der centrifugalen Hautgefäßnerven antagonistisch zu modificiren. Henle hat zahlreiche hierfür sprechende Beispiele und Beweise zusammengestellt [1]). In der That beginnt auch im Fieber die Empfindung des Frostes früher als die Blässe der Haut und die vermehrte Contraction des Hautzellgewebes sich einzustellen; während die Haut noch ihren habituellen Turgor bewahrt, entstehen die Frostschauer anscheinend von der Wirbelsäule aus, bald auf diese, bald auf jene Extremität sich erstreckend. Ebenso folgt im

---

[1]) Henle path. Untersuch. S. 145 ff. Ich theile folgende mich selbst betreffende Thatsache zur Bestätigung des hier Gesagten mit: Seit meinem fünften Lebensjahre, wo ich den Typhus überstanden, pflegt sich an meiner rechten Backe (aber nur hier), sobald ich esse, eine mehr oder minder starke Röthung und Schweißabsonderung einzustellen. Die Haut der rechten Backe zeigt gewöhnlich keine Veränderung; nur stehen die Barthaare hier dichter und sind dicker als an der linken Seite. Unter dem rechten Ohre, hinter dem aufsteigenden Aste des Unterkiefers, findet sich eine starke Narbe — Folge einer während des Typhus geöffneten Geschwulst der Parotis. Mein körperliches Befinden und meine Gemüthsstimmung sind auf die Stärke der Röthung und Schweißabsonderung von großem Einflusse; sobald ich mich körperlich unwohl oder angegriffen oder reizbar fühle, treten jene Erscheinungen nicht bloß stärker, sondern auch schon beim Rauchen und beim Trinken ein; dann gelingt es mir auch durch gelindes Reiben der Innenfläche meiner rechten Backe oder durch Berührung derselben mit einer Feder jene Röthung und Schweißabsonderung hervorzurufen. Immer treten diese letzteren Erscheinungen etwas später ein als die peripherische Reizung, halten aber auch bedeutend länger an als diese. Hier darf also wohl mit Sicherheit die Depression der Thätigkeit der Gefäßnerven von vorausgegangener Excitation centripetaler Nerven abgeleitet werden. Ich kenne einen andern Fall, der einen Mann betrifft, bei welchem, sobald er ißt, Schweißabsonderung auf dem Nasenrücken und an der Oberfläche beider Backen sich einstellt.

zweiten Stadium, wie wir dies besonders deutlich an den sogenannten intermittirenden Neuralgieen beobachten können, dem Wärme- und Schmerzgefühl die verstärkte Anfüllung der Hautgefäße und deren gesteigerte Secretion. Dabei bleibt es aber immer möglich, daß der secundäre Congestivzustand die primäre Erregung der centripetalen Nerven noch steigert. Ich litt im vorigen Sommer an einer intermittirenden Neuralgie des ersten Astes des Trigeminus. Zuerst stellte ein unbedeutender Schmerz in der Stirngegend sich ein, ohne mit irgend einer äußern Veränderung verknüpft zu sein; allmälich röthete sich bei etwas zunehmender Schmerzhaftigkeit die Bindehaut des rechten Auges und die Haut der Stirn; bald trat Lichtscheu ein, das Auge thränte stark, aus dem rechten Nasenloche floß reichlich aus (das linke Auge und die linke Nasenhälfte fingen nun auch an stärker abzusondern); gleichzeitig mit einer jetzt eintretenden, mit starker Röthung verbundenen und sehr entstellenden Anschwellung der Umgebungen des rechten Auges steigerte sich der Schmerz auf das wüthendste. Etwas länger als der Schmerz hielt eine unbedeutende Röthung der entsprechenden Stellen an, die aber ebenfalls bald verschwand. Chinin hob die Affection rasch. —

Wenn es uns nun auch wahrscheinlich wird, daß die durch Frost- und Hitzegefühl sich verrathenden Erregungszustände centripetaler Nerven die centrifugalen Hautnerven und Hautgefäßnerven antagonistisch erregen[1]) und erschlaffen, und wir so einen physiologischen Zusammenhang zwischen mehren einzelnen sich entsprechenden Fiebersymptomen ahnen können: so bleiben wir doch hinsichtlich der Verknüpfung anderer Symptome völlig im Dunkeln. In welchem Verhältnisse stehen z. B. die von Erregung centripetaler Muskelnerven abgeleiteten Gefühle der Abspannung und Ermattung zu den übrigen? Hängen sie von veränderter Anziehung des Bluts durch die Nerven ab? Sind die veränderten Actionen willkürlicher Muskeln: Zittern, Schütteln, Bewegungen der Kiefer von der Depression der centripetalen Hautnerven abhängig? Es wird dies wahrscheinlich, da sie öfter neben einander existiren, z. B. nach Affecten, bei dem durch atmosphärische Kälte bedingten Frostgefühle. Ein antagonistisches Verhältniß zwischen centripetalen Hautnerven und centrifugalen Muskelnerven kann jedoch nicht als Regel gelten, da häufiger ein consensuelles wahrgenommen wird. —

Vorläufig bleibt uns also der physiologische Zusammenhang zwischen den verschiedenen während des Fiebers neben einander vorkommenden Erregungszuständen der einzelnen Nervenprovinzen großentheils dunkel, gleich wie wir auch über die Veränderungen, welche im Rückenmarke selbst vor sich gehen, nur in Hypothesen uns verlieren könnten. Für jetzt muß demnach der allgemeine Nachweis genügen, daß die Symptome des Fiebers von veränderter Stimmung gewisser Partien des Rückenmarks abgeleitet werden müssen. Damit ist jedoch keineswegs behauptet, daß das Rückenmark wirklich der primär veränderte oder afficirte Bestandtheil unseres Körpers ist. Vielmehr kann seine abweichende Lebensstimmung durch sehr verschiedene Veranlassungen bewirkt und auf sehr verschiedenen inneren Wegen herbeigeführt sein: namentlich durch Nerven oder durch das Blut. Dem sorgfältigern Studium der pathologischen Anatomie verdanken wir eine genaue Kenntniß der mehr oder minder zahlreichen und weit

---

[1]) Immer scheint dies Verhältniß nicht Statt zu haben. Im ersten Stadium der Entzündung, wo doch Schmerz als vorhanden supponirt werden darf, findet Contraction der Capillargefäße Statt, die Emmert, wie ich finde, mit Unrecht in Abrede stellt.

verbreiteten Texturveränderungen verschiedener Gebilde unseres Körpers, welche als Begleiter des Fiebers vorkommen können und vorzukommen pflegen. Natürlich mußte mit ihrem Auffinden die Frage sich aufdrängen, ob der Erregungszustand der Centralorgane des Nervensystems, als deren Ausdruck der Symptomencomplex des Fiebers erscheint, Folge oder Ursache jener localen krankhaften Veränderungen ist. Wenn das Fieber unabhängig von vorausgegangener Affection irgend eines einzelnen mit peripherischen Nervenausbreitungen versehenen Organs sich einstellt, heißt es essentiell; gesellt es sich dagegen secundär zu Texturveränderungen solcher Organe, welche peripherische Nervenausbreitungen enthalten, so wird es symptomatisch genannt. Die pathologische Anatomie hat zahlreiche früher für essentiell gehaltene Fieberformen als symptomatische erkennen lassen; dahin gehört z. B. das sogenannte Puerperalfieber, das zu Entzündungen bald der Venen, bald des Bauchfells sich hinzugesellt; dahin gehören die verschiedenen Fieberformen, welche von Venenentzündung abgeleitet werden müssen. Sind wir aber berechtigt, mit Broussais alle Fieberformen als symptomatisch anzusehen? Oder können vielmehr in Folge derselben Affection des Rückenmarks, welche die als Fieber bezeichnete Syndrome symptomatum bedingt, auch mannigfache locale Texturveränderungen erscheinen? Die Möglichkeit dieses letztern Falls ist nach zahlreich vorliegenden physiologischen Thatsachen nicht in Abrede zu stellen. Denn 1) wissen wir, daß die Veränderungen in der Lebensstimmung centripetaler Nerven Veränderungen in der Thätigkeit der Gefäßnerven hervorzurufen pflegen. Wir sehen 2) namentlich, daß nach Erregung centripetaler Nerven Gefäßanfüllung, Röthe, vermehrte Secretion und oft selbst inflammatorische Exsudation in den ihnen entsprechenden Theilen nicht selten folgen. Wir würden uns 3) auf die Beobachtungen berufen können, daß nach der Durchschneidung centripetaler Nerven, z. B. des Trigeminus, des Vagus, Röthung und Exsudation am Auge, an den Lungen entstehen, wenn diese Erscheinungen nicht auch dadurch sich erklären ließen, daß hier in der Bahn dieser Nerven verlaufende Gefäßnervenfasern mit durchschnitten wären.

Hierzu kommen noch directe Beobachtungen Beaumont's, welcher bekanntlich Gelegenheit hatte, die Beschaffenheit der Schleimhaut des Magens bei einem mit einer penetrirenden Bauchwunde behafteten Individuum zu studiren. Beaumont bemerkt nun: »daß in fieberischer Diathesis oder Prädisposition, was auch deren Ursache sei, zurückgetretene Schweiße, ungewöhnliche Erregung durch erhitzende Getränke, Ueberladung des Magens, Furcht, Zorn, oder was immer das Nervensystem herabstimmt oder beunruhigt, die Zottenhaut des Magens manchmal roth und trocken, manchmal blaß und feucht wird, und ihr glänzendes, gesundes Ansehen verliert; die Absonderungen werden gestört, sehr vermindert, oder gänzlich eingestellt«. Mitunter finden sich dabei »unregelmäßig begrenzte rothe Flecke« oder »Eruptionen«, »eine Art dunkelrother Pocken« ein. »Leichte Fieberbewegungen, Furcht, oder eine plötzliche Aufregung der Leidenschaften verursachen Veränderungen in den Erscheinungen des Magensafts«. Allgemeine fieberhafte Reizung scheint seine Secretion gänzlich aufzuheben und »macht die Zottenhaut des Magens trocken, roth und reizbar«. Diese Beobachtungen Beaumont's werden uns deßhalb wichtig, weil sie Veränderungen schildern, welche die Magenschleimhaut bei fieberhafter Affection, welche durch die verschiedensten Einflüsse erzeugt war, betrafen, und weil sie zugleich den Einfluß anderer veränderter Stimmungen des Nervensystems auf die Beschaffenheit der Magenschleimhaut nachweisen.

Die Möglichkeit, daß viele die fieberhaften Erscheinungen begleitende Congestivzustände, Entzündungen, Erweichungen einzelner Gebilde mit jenen aus

Einer gemeinsamen Quelle stammen, wird zur Wahrscheinlichkeit, wenn wir — wie z. B. im Typhus — bei einem nicht wesentlich modificirten Verlaufe des Fiebers eine große Unbeständigkeit in den örtlichen Erscheinungen wahrnehmen, sie bald fast gänzlich mangeln, bald sehr ausgebildet sehen, wenn wir ferner — sowohl im Typhus als bei exanthematischen Fiebern — die fieberhaften Symptome dem Eintritte aller wahrnehmbaren örtlichen Veränderungen vorausgehen sehen, und wenn wir endlich — ebenfalls im Typhus — bei der Unbeständigkeit der örtlichen Veränderungen das Blut wesentlich verändert finden. Aus allem Angeführten geht mindestens hervor, daß es höchst übereilt ist, das Fieber jedesmal und unter allen Umständen zum Schatten einer andern Affection zu stempeln.

Nichts hat die Aerzte aller Zeiten so sehr beschäftigt als das Theorem, welches das Fieber, das doch erfahrungsmäßig so ungemein häufig tödtlich abläuft, als eine heilsame Bestrebung des Organismus anerkennt. Man denkt sich hierbei als Krankheit ein im Organismus haftendes feindliches Agens, welches dieser zu verändern und zu eliminiren strebt; der Ausdruck dieses Bestrebens ist der Symptomencomplex des Fiebers. Bei dieser Ansicht liegt es nahe, das Eintreten gewisser Ausscheidungen aus dem Körper, welche namentlich gegen das Ende des Fieberverlaufs und besonders häufig, obgleich keineswegs immer und ausschließlich, dann beobachtet werden, wenn dem Fieber Genesung folgt, nicht bloß als Zeichen der folgenden Genesung, sondern auch als unmittelbare Ursache derselben anzusehen. Nach einer gewissen Dauer des Fiebers pflegen nämlich oft Ausscheidungen verschiedener Art sich einzustellen; bald erfolgen die gewöhnlichen Secretionen des Schweißes, des Urins, des Darmschleims, der Galle, des Speichels reichlicher als bisher, und zeigen zum Theil Veränderungen in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten; bald kommen eigenthümliche pathologische Aussonderungen, wie die des Eiters, zu Stande; bald findet vermehrte Bildung und Abstoßung von Zellen der Epidermis und des Epitheliums Statt; bald endlich treten bloß Blutungen aus der Nase, aus der Innenfläche der Darmschleimhaut, aus den weiblichen Genitalien ein. Diese Ausscheidungen sind nicht selten an bestimmte Zeitpunkte der Krankheitsdauer gebunden, können aber auch außer denselben vorkommen. Ist das Erscheinen solcher Ausleerungen, was gar häufig der Fall ist, mit Steigerung der Krankheitssymptome verknüpft, so heißen jene symptomatisch; erfolgt aber mit oder nach ihrem Eintreten Besserung oder Genesung, so heißen sie kritisch. Da dies letztere oft geschieht, so glaubte man sich zu dem Schlusse berechtigt: daß durch das Fieber das Zustandekommen solcher Ausleerungen vermittelt, möglich gemacht und bezweckt werde und daß diese letzteren eigentlich die Genesung durch Entfernung der in dem Körper haftenden Schädlichkeit bewirkten.

Es ist bekannt, daß die ganze Krisenlehre in den humoralpathologischen Lehren der alten griechischen Ärzte wurzelt, daß sie durch Reil, Henke[1]) und Andere trefflich und ausführlich beleuchtet, geprüft und widerlegt ist, dessenungeachtet aber immer von neuem in modernem Gewande sich zahlreiche Anhänger verschafft hat. Die wesentlichsten Gründe, welche gegen die vorhin angeführte Bedeutung der Krisen sprechen, lassen sich kurz folgendermaßen zusammenfassen: 1) die Anwesenheit fremdartiger Stoffe im Körper, welche in der Blutmasse sich befinden, oder in dieselbe gelangen können, ist zur Entstehung

---

[1]) Adolph Henke Darstellung und Kritik der Lehre von den Krisen, nach den Ansichten der älteren und neueren Aerzte. Nürnberg 1806. 8. Eine treffliche Schrift!

des Fiebers nicht erforderlich, obgleich aufgenommene Gifte, Contagien, Miasmen, obgleich ferner zurückgehaltene excrementitielle Stoffe zu dem Auftreten von Fieber Veranlassung geben können. Auch zu den durch rein mechanische Veranlassungen bedingten Entzündungen gesellt sich Fieber. 2) Es ist nicht erwiesen, daß die Ausscheidungen, welche während des bei Anwesenheit fremder Stoffe entstehenden Fiebers zu Stande kommen, wirklich jene fremden Stoffe ausführen. 3) Es läßt sich eben so wenig nachweisen, daß die sogenannten kritischen Ausleerungen wirklich immer fremdartige oder schädliche Stoffe enthalten. Wie sollen z. B. Schädlichkeiten durch das oft spärlich entleerte Blut weggeschafft werden? Dagegen giebt es allerdings Fälle, in denen Secrete krankhaft angesammelte Stoffe enthalten, wie z. B. in den Schweißen Gichtischer harnsaure und phosphorsaure Salze oft in reichlicher Menge vorkommen. Eben so kann durch Erbrechen ein Uebermaß genossener Speisen, das vielleicht entfernte und mittelbare Ursache des Fiebers war, eliminirt werden. Auf dieselbe Weise können Durchfälle angehäufte Stoffe aus dem Darmkanal entfernen. 4) Die Ausscheidung fremdartiger Stoffe mittelst der Secrete erfolgt oft auch ohne Fieber. Nach dem Gebrauche von Schwefel wird, wie Wöhler gezeigt hat, Schwefelwasserstoff im Urine gefunden, Schwefelsäure nach dem Gebrauche von Schwefelleber. Gmelin hat, gegen Mitscherlich, nachgewiesen, daß der Speichel bei der Mercurialsalivation wirklich quecksilberhaltig ist. Diese Ausscheidungen kommen oft ohne Fieber zu Stande. Eben so die Entfernung von Speisen und wirklichen Schädlichkeiten mittelst des Erbrechens. 5) Der Eintritt von vermehrten Ausleerungen ist durchaus nicht erforderlich, damit das Fieber einen günstigen Ausgang nehme. Wie häufig werden z. B. gerade in den sogenannten typhösen Fiebern solche vermehrte Ausleerungen völlig vermißt! 6) Selbst die an bestimmte Stadien der Krankheit gebundenen Ausleerungen schaffen oft nicht die mindeste Erleichterung, sondern können sogar sehr nachtheilige Folgen haben. 7) Wir besitzen keineswegs sichere Unterscheidungszeichen zwischen kritischen und symptomatischen Ausleerungen. Nur der Erfolg entscheidet über ihre Bedeutung. 8) Der Eintritt sogenannter kritischer Ausscheidungen ist häufiger als Folge, wie als Ursache der Besserung des Kranken anzusehen. Sie erscheinen oft erst während der Reconvalescenz. 9) Das Fieber gesellt sich oft zu bestehenden Uebeln, welche gerade durch die reichlichen Ausscheidungen, die mit ihnen verbunden sind, vorzüglich gefahrdrohend werden. Als Beispiel mag das zu profusen Secretionen, zu Phthisen hinzutretende Fieber gelten, das ja nur den Untergang der Kranken beschleunigt, anstatt ihn aufzuhalten.

In manchen Fällen können jedoch, wie schon erwähnt ward, Ausleerungen wirklich einen günstigen Ausgang des Fiebers bewirken. So können durch Erbrechen und Durchfälle die Stoffe entfernt werden, deren Anhäufung die gastrischen Störungen und das symptomatische Fieber veranlaßten. Spontane Blutungen können, wenn sie nach Außen und in dem nöthigen Maße erfolgen, die Stelle der im Fieber oft heilsamen Blutentziehungen vertreten, indem sie Congestionen heben. Auf die nämliche Weise können starke Secretionen ableitend wohlthätig wirken. Mit den Secreten können endlich angehäufte schädliche Stoffe, z. B. harnsauere, phosphorsauere Salze entfernt werden. Bei fieberhaften Wasseransammlungen, z. B. nach Scharlach, wird durch copiöse Schweiße, oder reichliche Harnabsonderung das Blutserum vermindert und dadurch die Resorption des Exsudats befördert. Viel häufiger sind dagegen die sogenannten kritischen Ausleerungen nicht Mittel für die Genesung, sondern Zeichen der schon eingetretenen Besserung des Kranken; sie deuten auf die

Rückkehr normaler Thätigkeit bisher erschlafft oder träge gewesener Gebilde. Die zur Beförderung von Secretionen angewendeten Mittel wirken oft heilsam, nicht weil sie Ausleerungen schaffen, sondern weil sie unthätige Theile erregen und wieder zu Absonderungen befähigen.

Ist ferner das Fieber nicht als ein absichtlich zur Heilung des Körpers durch einen fabelhaften Agathodämon eingeleiteter Proceß zu betrachten, so darf doch auch nicht geläugnet werden, daß dasselbe unter Umständen heilsam und wohlthätig auf den Organismus einwirken kann. Das Fieber kann ein Mittel werden zur Verhütung und zur Heilung von Krankheit. »Febris medicatrix subinde est inveteratorum malorum, melancholiae, maniae, epilepsiae, arthritidis, paralyseos, reliquias autumnalium tollit, augmentum corporis facit et ad longaevitatem disponit,« sagt Stoll. Aehnlich drückt Reil sich aus: »Durch Fieber werden nicht selten Fehler einzelner Eingeweide, allerhand Nervenkrankheiten, Hypochondrie, Convulsionen, Lähmungen gehoben«.

Es muß auffallen, daß von beiden Aerzten nur chronische, habituelle Leiden aufgeführt werden, deren Beseitigung durch eintretendes Fieber bisweilen zu gelingen pflegt. Dergleichen Krankheitszustände zu heben, ist für den Arzt oft um so schwerer, als zu ihrer Beseitigung nicht eine temporäre Anwendung von Heilmitteln ausreicht, sondern durch anhaltende Einwirkung auf die Constitution eine völlige Umstimmung derselben erforderlich wird. Was in Fällen dieser Art dem Arzte oft unmöglich ist, das wird bald durch fortschreitende typische Entwicklung des Organismus, bald durch Fieber erreicht, wie die Erfahrung hinreichend lehrt.

Wie läßt sich eine solche umstimmende Einwirkung des Fiebers sich erklären? »Sicher nicht durch Ausleerungen fremder Stoffe aus dem Körper, sondern durch Einfluß des Fiebers auf die Modification der thierischen Kräfte,« ist Reil's Antwort auf diese Frage. Die erste dieser beiden Behauptungen dürfte wohl beschränkt werden müssen. Während des Fiebers liegt die Ernährung des Körpers nieder, obgleich Secretionen zum Theil reichlich und selbst excessiv zu Stande kommen: abgelagertes Fett wird aufgesogen, die Gebilde selbst, namentlich die Muskeln, verlieren an Masse und an Umfang. Es gehen bei der unterbrochenen Assimilation von Nahrungsmitteln und bei der sicher erfolgenden reichlichen Auffaugung von solchen Bestandtheilen, welche dem Körper schon einverleibt waren, ganz andere Stoffe in das Blut über als früher; es werden daher auch wohl zum Theil andere Stoffe zu den Secreten verwendet als bisher. Es läßt sich demnach wohl begreifen, daß auf leucophlegmatische, chlorotische, scrophulöse, arthritische Individuen, bei denen die Ernährung der Gebilde bisher krankhaft beschaffen war, das Fieber, indem während desselben die Mischungsverhältnisse der Gebilde und des Bluts wesentliche und durchgreifende Veränderungen erfahren, wohlthätig einwirken kann.

Aber auch schon vorhandene Ablagerungen und Neubildungen können unter denselben Umständen, gleich dem Fette und den Bestandtheilen der Gebilde resorbirt werden. Der Blutmasse wieder anheimgegeben, können die aufgelösten Bestandtheile arthritischer Depositionen, tuberkulöser Bildungen, die Ueberreste von inneren Blutungen entweder allmälich assimilirt oder mit Secreten ausgeschieden werden. Es ist bekannt, wie häufig gerade Lähmungen, Convulsionen, Epilepsie durch krankhafte Ausschwitzungen oder Neubildungen innerhalb der Centralorgane des Nervensystems bedingt werden. Die Entfernung der letzteren muß also auch das Aufhören der durch ihre Anwesenheit bisher unterhaltenen functionellen Störungen zur Folge haben.

Auch die während des Fiebers statthabende veränderte und sich stets ver-

ändernde Lebensstimmung der meisten Provinzen des Nervensystems kann möglicherweise auf die Beseitigung habitueller Leiden von Einfluß sein. Die Gefäßnerven einzelner Regionen werden bald excitirt, bald deprimirt. Zwischen den Gefäßnerven verschiedener Theile (Haut, Nieren) findet ein antagonistisches Verhältniß Statt, das während des Fiebers besonders rege erscheint. Da ist es denkbar, daß gewissermaßen durch Gewöhnung (sit venia verbo) an schleunigen Wechsel des Erregungszustands habituelle Schlaffheit und Unthätigkeit gehoben wird, so daß in Blutbahnen, welche früher verhältnißmäßig zu weit waren und zu viel Blut enthielten, später nach der Genesung vom Fieber der normale Durchmesser wiederkehrt und daß ihre Wände ihre normale Erregbarkeit wieder erhalten. Dasselbe läßt sich mit Recht rücksichtlich anderer Nerven vermuthen. Dadurch, daß sie stets in ganzen Zügen erregt werden, kann habituelle Unthätigkeit oder Reizbarkeit einzelner Glieder beseitigt werden. Denkbar ist es ferner, daß der Stoffwechsel zwischen den im Fieber lebhaft erregten Nerven und dem Blute selbst lebhafter ist als sonst, und daß auf diese Weise die materielle Composition der Nerven Veränderungen erfährt, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen ausgeblieben wären. — Endlich können wir uns auch vorstellen, wie während des Fiebers habituelle und krankhafte Sympathieen verschwinden. Im Allgemeinen ist es ein vorzugsweise geschwächter Theil (ein Locus minoris resistentiae), welcher leichter als jeder andere von den verschiedensten Punkten aus erregt oder in Sympathie gezogen wird. Das Fieber ist häufig mit örtlichen Affectionen einzelner Theile verbunden. Ist nicht der habituell reizbarere, sondern ein anderer Theil krankhaft afficirt gewesen, so kann dieser letztere, statt jenes ersten von nun an der Locus minoris resistentiae werden. Dieser Tausch ist ein günstiger, falls der zweite dem ersten an Dignität nachsteht.

Keinenfalls berechtigen aber Vorgänge dieser Art, das Fieber als ein Heilbestreben der Natur, als einen von einem Archaeus zu der Bewirkung von Heilung angezettelten Proceß anzusehen; es ist dies eben so irrig als der Schluß, die typischen Entwicklungen müssen die Beseitigung von Krankheiten bezwecken, weil sie dieselben bisweilen heben.

H. Stannius.

Flimmerbewegung.

Flimmerbewegung, Flimmern, Wimperbewegung (Motus vibratorius, mouvement vibratoire, ciliary motion) nennt man diejenige an thierischen Theilen wahrnehmbare Bewegungsart, welche durch die Agitation von Härchen oder Läppchen, die sich auf der Oberfläche freiliegender Epithelialzellen befinden, hervorgebracht wird. Da die Erscheinung bei den meisten Thierklassen und in sehr verschiedenen Organen vorkommt, da sie weder von dem unmittelbaren Einflusse des Blutgefäß-, noch dem des Nervensystems abhängt, da sie ferner nur an die Unverletzthkeit der mikroskopisch kleinen Flimmerzellen und Flimmerhärchen, nicht aber an die Integrität der ganzen flimmernden Membran gebunden ist, da endlich die Ursache des Phänomens weder mit denen der übrigen organischen Bewegungen genau stimmt, noch viel weniger nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen aus bloßen physikalischen Momenten hergeleitet werden kann, so hat man der Flimmerbewegung den Character eines Urphänomens zugeschrieben.

Der größte Theil der Erscheinungen, welche die Flimmerbewegung hervorruft, so wie die Organe, durch welche sie zu Stande kommt, sind allein unter dem Mikroskope wahrnehmbar. Nur einzelne, durch die Thätigkeit der Flimmerhaare bedingte Strömungen können, wenn besonders in dem in Bewegung gesetzten Wasser kleine dunkle Körper enthalten sind, schon mit freiem Auge bei besonderer Aufmerksamkeit wahrgenommen werden. Hieraus erhellt nun, weßhalb der Anfang der über die Flimmerbewegung gemachten Erfahrungen erst nach der Anwendung der mikroskopischen Beobachtung, d. h. in der letzten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts, gemacht werden konnte. Sehen wir von einer nicht ganz deutlichen Stelle bei Baglio ab[1]), so finden wir bei Anton de Heide (1683) die erste Beschreibung des Phänomens aus der Miesmuschel. Dieser Forscher kannte nicht nur die Bewegung an und für sich, sondern sah auch die durch dieselbe erzeugte Rotation der Embryonen, welche Swammerdamm ebenfalls bei den Schnecken beobachtete, bei diesen und bei Polypen. Jedenfalls bleibt also das Verdienst, die Erscheinung zuerst auf eine irgend genügende Weise kennen gelehrt zu haben, niederländischen Gelehrten. Da aber die mikroskopische Forschung zu jenen Zeiten mehr ein Gegenstand des nach dem Wunderbaren in der Natur strebenden Dilettantismus, als der ernst wissenschaftlichen objectiven Beschäftigung war, so blieben diese Erfahrungen weniger, als sie es verdienten, beachtet. Die ganze erste Hälfte des 18ten Jahrhunderts lieferte keine neuen ausgedehnteren Beobachtungen. Nur Bohadsch (1748) sah wahrscheinlich die Rotation der Tintenfischembryonen, während

---

[1]) S. L. C. Treviranus Pflanzenphysiologie. Bonn 1835. 8. Thl. I. S. 562.

Hales[2]) die Flimmerbewegung an den Kiemen der Klaffmuschel beobachtete, das ganze Phänomen aber für eine elektrische Bewegung des aus den Gefäßen herausgetretenen Bluts hielt und hieraus auch die Elektricität der letztern Flüssigkeit zu beweisen suchte. In der zweiten Hälfte des 18ten Jahrhunderts wurde nur gelegentlich bei Untersuchung verschiedener wirbelloser Thiere das Phänomen angetroffen. So bei den Beobachtungen von O. F. Müller, Spallanzani u. A. über Infusorien, von Ellis, Schaeffer, Ledermüller, Pallas, O. F. Müller, Gleichen, Fontana, Eichhorn, Cavolini über Polypen, von O. F. Müller über Medusen, von Baster, O. F. Müller, Poli u. A. über Mollusken. Eine neue Epoche beginnt mit den in den Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts fallenden Bemühungen von Steinbuch, welcher die an Polypen gemachten Erfahrungen bekräftigte, und das Flimmerphänomen an den Kiemen und anderen Körpertheilen der Froschlarven entdeckte. Tilesius beobachtete bald darauf die Bewegung der Jungen von Millepora rosea. Späterhin beschäftigte sich Dutrochet mit dem Studium des Räderorgans der Rotiferen, während Stiebel das Rotiren der Embryonen von Limnaeus stagnalis und von Theilen derselben von neuem wahrnahm. Später wurde die Flimmerbewegung bei einzelnen Gelegenheiten, wie sie bei Infusionsthierchen vorkommt, von Gruithuisen, C. A. Agarh, Raspail, Gravenhorst, Faraday, R. Wagner und vorzüglich Ehrenberg; bei Polypen, von Schweiger, Th. Bell, Dutrochet, Grant, Heyden, Meyen, Rapp, Ehrenberg, bei Medusen, von Rosenthal, Tilesius, Eschscholtz; bei Mollusken, von Erman, G. R. Treviranus, Hugi, Carus, Prevost, Grant, Ev. Home, C. E. von Baer, Unger, Pfeiffer, Audouin und Milne Edwards, Meyen, R. Wagner und Rathke behandelt. Von einer Fortbewegung der Samenthierchen durch Flimmerhaare sprach Gruithuisen. Eine detaillirte Reihe von Untersuchungen, welche unternommen wurden, um die Ausdehnung des Vorkommens der Flimmerbewegungen bei Froschlarven und bei Seethieren speciell kennen zu lernen, veröffentlichte Sharpey. R. Wagner endlich sah eine eigenthümliche, durch Stückchen von Froschlungen veranlaßte Bewegung der im Wasser suspendirten Blutkörperchen. Indem so die Aufmerksamkeit der Forscher neuerer Zeit immer mehr auf das Flimmerphänomen gerichtet worden war, beobachteten Purkinje und ich, daß die Oberflächen der Schleimhäute, der Luftröhre und der Lungen, so wie der weiblichen inneren Geschlechtstheile der Säugethiere, der Vögel und der Reptilien von einem Flimmerepithelium bekleidet seien, und daß auch im Froscheie ein Rotiren des Embryo durch Flimmerbewegung stattfinde. Später sahen wir auch das Phänomen, welches Joh. Müller ebenfalls selbstständig beobachtet hatte, bei den Fischen, so wie (und zwar Purkinje zuerst) an der Oberfläche der Höhlungen des centralen Nervensystems der Wirbelthiere. Die späteren Jahre lieferten theils Bestätigungen und weitere Fortführungen dieser Erfahrungen, theils die Erkenntniß neuer Verbreitungen des Flimmerphänomens. Das Vorkommen von Flimmerbewegung bei Wirbelthieren wurde zuerst von Sharpey, Jones, R. Wagner, Grant, G. R. Treviranus, Joh. Müller bestätigt und dürfte wohl jetzt von jedem mit dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft vertrauten Fachgenossen gesehen worden sein. Dagegen wurde die Anwesenheit von

[1]) Statik des Geblüts. 1748. 4. S. 92.

Flimmerhaaren von einzelnen Forschern, wie Mayer, L. C. Treviranus, Forbes u. A., oder deren wesentliche Thätigkeit bei dem Phänomen von Physikern, wie von Erman, bestritten. Sharpey ergriff den ganzen Gegenstand von neuem und bestätigte und erweiterte frühere, theils fremde, theils eigene Erfahrungen. Bei dem Menschen wurde die Erscheinung nicht nur bestätigt, sondern auch im Thränensacke von Henle, und auf Nasenpolypen von Siebold, R. Wagner, Donné, Bruns und mir beobachtet. An den Scheiden der Nervenbündel glaubte Remak, im Innern der Nervenprimitivfasern Gerber und ich, so wie zum Theil Bruns, Spuren eines Flimmerepitheliums wahrgenommen zu haben. Sein Vorkommen an der Oberfläche der Höhlungen des Nervensystems lehrte wieder Pappenheim kennen, während sich mir das Phänomen auf den Adergeflechten darstellte. Was endlich die einzelnen Thierklassen betrifft, so hatten noch Ehrenberg, Dutrochet und ich bei den Infusorien; Milne Edwards, Erdl, A. von Nordmann, Vanbeneden bei den Polypen; Ehrenberg, Siebold, R. Wagner und ich bei Medusen; Siebold bei Entozoen; R. Wagner, Delle Chiaje und ich bei Echinodermen; Henle, Siebold, Stannius und ich bei Anneliden; Carus, Henle, Lovén und ich bei Mollusken; Mayer, Purkinje, C. Vogt und ich bei Fischen; Mayer, R. Wagner, Barry, Pappenheim und ich bei Reptilien, Gelegenheit einzelne Erfahrungen zu liefern, während genauere Studien von Henle, Bühlmann, Gerber, C. Vogt und mir die Beschaffenheit der Flimmerzellen selbst noch näher erörterten. Die angebliche Flimmerbewegung der Samenthierchen der Tritonen wurde von Mayer, R. Wagner, Siebold, Dujardin und mir behandelt. Endlich wurde noch, abgesehen von den sich häufenden, an Wirbellosen angestellten Untersuchungen, das durch Flimmerbewegung bewirkte Rotationsphänomen der Eier und Embryonen bei Fischen von Rusconi, bei Alytes von C. Vogt und bei Säugethieren von Barry und Bischoff beobachtet.

Da wir noch sehr weit entfernt sind, die anatomischen und physiologischen Postulate, welche die Existenz eines Flimmerepitheliums in einem Thiere oder einem thierischen Theile bedingen, zu kennen, so bleibt Nichts übrig, als die empirisch bis jetzt aufgefundenen Vorkommnisse der Flimmerbewegung einzutragen. Hierbei müssen wir einerseits die Thierklassen und anderseits die Organe berücksichtigen.

Der Mensch und die Wirbelthiere. — Hier gilt für die ausgebildeten Organismen allgemein das Gesetz, daß im Normale die Oberflächen der in dem centralen Nervensysteme befindlichen Höhlungen und wahrscheinlich der Adergeflechte, der Schleimhaut der Nasenhöhle mit gewissen Fortsetzungen derselben, die der Luftröhre und der Lungen, wo solche vorhanden sind, mit gewissen Fortsetzungen derselben, wenn diese existiren, endlich die der Schleimhäute der vollständig ausgebildeten inneren weiblichen Genitalien mit Flimmerbewegung versehen sind. Außerdem können noch die Schleimhäute des Anhanges und des Endes des Darmkanals, ja selbst des ganzen Darmes, das Trommelfell, das Bauchfell, der Herzbeutel, die kiemenartigen Respirationsorgane und der Samenausführungsgang Flimmerepithelien besitzen. Sehr problematisch bleiben die Andeutungen von Flimmerorganisation an den Nervenbündeln und in dem Innern der Nervenprimitivfasern. Dagegen entbehren nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen die äußeren Hüllen des centralen Nervensystems, das abgeschlossene Lungenfell und das abgeschlossene Bauchfell (bei allen Wirbelthieren außer

Branchiostoma), die Haut des Verdauungskanals mit Ausnahme der oben genannten Theile, die Membranen der Blut- und der Lymphgefäße, die der Drüsen, der Harnorgane, der Gelenke, der Schleimbeutel und endlich die äußere Haut mit allen ihren Fortsetzungen in dem Körper des Erwachsenen jeden Flimmerepitheliums. Im Embryo dagegen vermag die äußere Haut mit ihren äquivalenten Gebilden und Fortsetzungen das Phänomen ebenfalls darzubieten. Es kann jedoch bei allen den genannten Partieen ohne Ausnahme unter dem Einflusse theils normaler, theils krankhafter Vorgänge das Flimmerepithelium durch eine andere Art von Epithelium ersetzt werden; daß Theile, welche keine freien Oberflächen darbieten, wie die Knochen, die Muskeln und dgl. auch keine Flimmerbewegung bedingen können, versteht sich von selbst.

Mensch. — Am leichtesten gelingt es hier, die noch in Thätigkeit begriffene Flimmerbewegung in der Schleimhaut der Nase und der Luftröhre, wo sie auch in der That von Purkinje und mir, von Siebold, R. Wagner, Donné, Bischoff, E. H. Weber und Gluge gesehen worden ist, zu beobachten. An der Oberfläche der Großhirnventrikel hatten Henle und ich sie wahrzunehmen die Gelegenheit. Die übrigen Vorkommnisse der Flimmerbewegung wurden dadurch ermittelt, daß man entweder Flimmerläppchen oder Flimmerhaare an dem Rande oder auf den Oberflächen der Theile selbst beobachtet oder in den losgestoßenen oder abgekratzten Epithelien deutliche Fragmente von Flimmerzellen vorfand. 1) An der Oberfläche der Höhlungen des großen Gehirns ist das Flimmerepithelium nur mit sehr großer Mühe und bei seltenen begünstigenden Gelegenheiten wahrzunehmen. Die Schwierigkeiten liegen theils darin, das Ependyma gehörig und ohne Druck zu halten, theils aber besonders in der Zartheit der Cylinder und Zellen, welche durch mechanische und chemische Eingriffe leicht zerstört werden. Hieraus läßt sich erklären, weßhalb man so oft bei den Gehirnen nach jeder Anzeige eines Flimmerepitheliums vergeblich sucht, da die meisten in den Hirnhöhlen vorhandenen Wasseranhäufungen dasselbe chemisch zerstören. Nichts desto weniger hatte ich doch auch hier Gelegenheit das Flimmerepithelium in Thätigkeit zu sehen. Als eine Art von Compensation für die sich bei diesen Beobachtungen darbietenden Schwierigkeiten erscheint aber der Umstand, daß sich bei der so sehr geschützten Lage das Flimmerepithelium und selbst die Flimmerbewegung Tage lang erhält, so daß man fast bei jeder zur Section oder der anatomischen Untersuchung sich darbietenden Leiche darnach zu suchen noch berechtigt ist, sobald nicht Blutüberfüllung des Gehirns, Ausschwitzung in die Ventrikel und dgl. es von vorn herein verbieten. Nach den hier mitgetheilten Erfahrungen bleibt es zwar dahin gestellt, ob auch bei gewissen normalen Verhältnissen das Flimmerepithelium des Ependyma durch ein anderes Epithelium ersetzt wird. Allein das Vorkommen eines Flimmerepitheliums an der freien Oberfläche des Ependyma, welches auch von Henle bestätigt worden, kann nicht mehr einem gerechten Zweifel unterworfen werden. Im Embryo flimmert überdies die Oberfläche der Höhlung jedes der beiden Geruchsnerven (und vielleicht auch die der Seh- und Hörnerven in frühster Zeit). 2) Auch die Oberfläche der Plexus choroidei flimmert wahrscheinlich im Normalzustande. Nur erfolgt hier die Zerstörung jeder Spur einer Existenz des Flimmerepitheliums noch leichter, als bei dem Ependyma, wie bei Gelegenheit der Säugethiere näher angeführt werden soll. Die Flimmerbewegung selbst habe ich hier bei dem erwachsenen Menschen noch nicht gesehen. Dagegen sind die Flimmer-

haare mit Bestimmtheit beobachtet worden. 3) Schleimhaut der Nasenhöhle. Nur eine verhältnißmäßig kleine Strecke über der äußern Nasenöffnung (nach Henle bis zu einer Linie, welche man sich von dem vordern freien Rande der Nasenbeine bis zu dem vordern Nasenstachel des Oberkiefers gezogen denkt) besitzt ein Pflasterepithelium. Mit dieser sowohl für die Nasenscheidewand, als die Seitentheile geltenden Ausnahme flimmert die ganze Schleimhaut der Nasenhöhle. Die anderseitige Grenze liegt ungefähr in einer Horizontalebene mit dem Atlas, so daß das oberste blindsackförmige Ende des Schlundes mit eingeschlossen ist. Doch flimmert noch ein Theil der obern Partie des weichen Gaumens, so wie die Umgebung der Eustachischen Trompete. 4) Schleimhaut der Stirnhöhlen und der Kieferhöhlen. 5) Schleimhaut der Eustachischen Trompete bis zur Gegend der Einmündung der letztern in die Paukenhöhle oder noch etwas in die letztere hinein. 6) Wie Henle zuerst beobachtete, die Innenfläche des Thränensacks und des Thränengangs und vielleicht mit sehr kleinen Flimmerhaaren die der Häute an der obern und untern Augenliedfalte oder selbst einer Strecke der Conjunctiva palpebrarum. 7) Schleimhaut des Kehlkopfs, der Luftröhre und der Lungen. Das Phänomen beginnt unterhalb der Epiglottis, oder selbst an dieser (wie auch Henle an dem Neugebornen, nicht aber dem Erwachsenen wahrnahm), und reicht durch Kehlkopf, Luftröhre, größere und kleinere Luftröhrenverzweigungen bis in die Lungenbläschen. 8) Innere weibliche Geschlechtstheile. Von den Gebärmuttermundslippen und dem Gebärmutterhalse (bald, wie es scheint, etwas höher, bald etwas tiefer beginnend) längs der Schleimhaut des Uterus und der Tuben bis zu dem gefranzten Ende derselben. Durch die Menstruation und die Lochien wird das Epithelium, vorzüglich in der Gebärmutter zerstört und später von neuem regenerirt. Bei allen genannten Häuten des Menschen aber geht das Flimmerepithelium durch Entzündungen und Ausschwitzungen, Katarrhe, überhaupt alle mit chemischer Veränderung der Secrete verbundene Leiden theilweise bis gänzlich zu Grunde. 9) Von den scheinbaren Spuren von Flimmerepithelien in den Nerven des Menschen, so wie der der Wirbelthiere überhaupt, soll, ehe wir zu den Wirbellosen übergehen, gehandelt werden.

Obgleich die Rotation des Eies in einem sehr frühen Zustande der Embryonalentwicklung (vermuthlich im Normalzustande während seines Durchganges durch die Tuben) bei dem Menschen noch nicht wahrgenommen worden ist, so liegt doch kein hindernder Grund vor, die Anwesenheit dieses Phänomens jetzt, wo es bei den Säugethieren wahrgenommen worden, nicht auch hypothetisch für den Menschen anzunehmen.

Säugethiere. — Bei ihnen flimmern dieselben Organe wie bei dem Menschen, nämlich 1) das Ependyma der Höhlungen des centralen Nervensystems und der Fortsetzungen derselben, z. B. der Oberfläche der Höhlungen der Geruchskolben. 2) Die Adergeflechte. 3) Die Schleimhaut der Nasenhöhle. 4) Die Stirnhöhlen und Wangenhöhlen. 5) Die Schleimhaut der Eustachischen Trompete. 6) Der Thränensack und der Thränengang. 7) Die inneren weiblichen Geschlechtstheile von den Gebärmuttermundslefzen (inclusive den Theil derselben, welcher nach der Scheide sieht, wenigstens bei Kaninchen) bis zu dem Abdominalende der Tuben. 8) Das Ei des Kaninchens ist zu einer gewissen Zeit seiner frühsten nach der Befruchtung stattfindenden Fortentwicklung auf der Oberfläche seines Dotters (obersten Schicht der Keimhaut oder Umhüllungshaut?) mit Flimmerhärchen besetzt und rotirt daher nach den Beobachtungen von Bischoff und Barry. Es

läßt sich mit Recht annehmen, daß die genannten Theile bei allen Säugethieren flimmern. Wenigstens sind bis jetzt keine Ausnahmen gefunden worden. Purkinje und ich haben in Betreff der Flimmerbewegung der Nasenhöhle, der Luftröhre und der Lungen, so wie der inneren weiblichen Geschlechtstheile, die Fledermaus, das Eichhörnchen, das Kaninchen, die Maus, die Ratte, das Meerschweinchen, den Hund, die Katze, den Maulwurf, das Schaaf, den Ochsen und das Schwein untersucht. Auch bei dem Bären ist das Phänomen in der Luftröhre und deren Verzweigungen beobachtet worden.

Vögel. — Auch hier flimmern das Ependyma der Höhlungen des centralen Nervensystems (die Adergeflechte) und die Schleimhäute der Nase, der Luftröhre und Luftröhrenverzweigungen und der inneren weiblichen Geschlechtstheile. Außerdem aber haben noch die Luftsäcke, als Fortsetzungen der in den Lungen vorhandenen Luftgänge an ihren Höhlungsoberflächen ein Flimmerepithelium. Dieses letztere kann nur bei frisch getödteten Vögeln als Merkmal dienen, um z. B. in der Bauchhöhle Luftsäcke von Bauchfellgebilden zu unterscheiden. Auch hier fanden Purkinje und ich bei unseren Beobachtungen, welche an der Bachstelze, der Saatkrähe, der Feldlerche, dem Stieglitz, dem Zeisig, dem Sperling, dem Thurmfalken, der Waldschnepfe, der Taube, dem Hahne, der Ente und der Gans angestellt wurden, wenigstens in Betreff des Flimmerepitheliums der Schleimhaut der Nase, der Luftröhre und Luftröhrenverzweigungen und der inneren weiblichen Geschlechtstheile keine Ausnahme.

Bei den Säugethieren wie bei den Vögeln scheint die Flimmerbewegung in den inneren weiblichen Geschlechtstheilen junger (nicht brunstfähiger) Thiere zu fehlen, während sie schon an der Mucosa der Luftröhre sehr junger Embryonen, z. B. der Wiederkäuer und des Schweins von ungefähr 2″ Länge und halbentwickelten Hühnchen wahrgenommen wurden.

Reptilien. — Ohne Ausnahme flimmern hier die bei Säugethieren und Vögeln das Phänomen darbietenden Theile. Außerdem aber kann das Phänomen noch in der Mundhöhle, dem Schlunde, der Speiseröhre, auf dem Trommelfelle, in der Kloake, auf der Membran des Eierstocks und der Oberfläche der bleibenden Kiemen, wenn diese vorhanden sind, vorkommen. Wo es im Oesophagus vorhanden ist, hört es streng an der Cardiagrenze desselben auf, so daß es z. B. bei den Schlangen auch als Merkmal, wo der Magen anfange, benutzt werden kann. Bei den Embryonen dieser Thierklasse vermögen noch die äußere Haut und die vorübergehenden freien Kiemen zu flimmern. Die Rotation des Embryo im Eie wird wenigstens bei den geschwänzten und schwanzlosen Batrachiern durch die letzteren Verhältnisse bedingt. Da die einzelnen Amphibienabtheilungen kein gleiches Verbreitungsbezirk des Flimmerepitheliums zu haben scheinen, so müssen wir jede derselben besonders besprechen.

Die Chelonier verhalten sich in Betreff der Schleimhäute der Nase, der Luftröhre, der Lungen und der weiblichen Genitalien, wie die Vögel. Außerdem flimmern noch die ihrer Mundhöhle, der Eustachischen Trompete, des Schlundes und der Speiseröhre. Ob die warzige Schleimhaut der Seeschildkröten das Phänomen ebenfalls und überall darbiete, ist noch nicht erforscht. Eben so sind auf Flimmerbewegung der Kloake, des Ependyma der Hirnhöhlen und der Adergeflechte, welche beide letzteren Gebilde die Erscheinung vielleicht ebenfalls darbieten, bis jetzt noch keine Untersuchungen angestellt worden.

Unter den Sauriern verhalten sich wenigstens unsere gewöhnlichen Eidechsen und unter den Ophidiern die Nattern in den Verbreitungsbezirken ihrer Flimmerepithelien ähnlich, wie die Schildkröten.

Bei den schwanzlosen und den geschwänzten Batrachiern flimmern nicht nur die Schleimhäute der Mundhöhle und des Pharynx und des kurzen Oesophagus, der Eustachischen Trompete, der Rudimente von Kehlkopf und Luftröhre, der Lungen und der inneren weiblichen Genitalien, sondern auch folgende Theile. 1) Die Paukenhöhlenoberfläche des Tommelfells, wie Pappenheim zuerst bei Fröschen wahrgenommen hat. Bei Salamandern und Tritonen habe ich sie hier noch nicht gesehen. 2) Wie Mayer zuerst beobachtete, der Herzbeutel und das Bauchfell. Die Flimmerbewegung des Herzbeutels findet sich bei geschwänzten und ungeschwänzten Batrachiern; die des Bauchfells ist bis jetzt nur bei geschwänzten Batrachiern (Tritonen) gesehen worden. 3) Die Haut des Ovarium, in welcher die Eier sitzen und welche diese umgiebt, und 4) die Kloake der Frösche, wie Mayer zuerst gefunden hat.

Daß die Rotation der Keimhaut und der Embryonen, welche von Purkinje und von mir, von Sharpey und von Bischoff bei Fröschen beobachtet worden, sehr frühzeitig eintrete, läßt sich schon der Analogie nach erwarten. Sie existirt in der That auch bereits kurz nach, wo nicht noch vor dem vollständigen Schlusse der Rückenplatten, wie auch die Beobachtungen von Sharpey bekräftigen.

Was endlich die Perennibranchiaten betrifft, so hatte schon Czermack vor längerer Zeit ein eigenthümliches Anziehen und Abstoßen der Blutkörperchen durch die Kiemenstücke des Proteus anguinus wahrgenommen. Es läßt sich theoretisch annehmen, daß dieses Phänomen durch ein auf der Oberfläche der genannten Organtheile befindliches Flimmerepithelium bedingt werde. Diese Vermuthung wurde auch durch die Erfahrungen von R. Wagner und Barry bestätigt. Abgesehen von der Untersuchung derjenigen Theile, welche bei allen anderen Reptilien flimmern, bleibt noch zunächst zu erforschen, ob nicht hier bei weiblichen Thieren eine ähnliche Eigenthümlichkeit stattfinde, wie wir bald von mehren Fischen anführen werden.

Fische. — Auch hier wurde das Phänomen an dem Ependyma der Hirnhöhlen, der sackförmigen blindendigenden Schleimhaut der Nase (so daß also diese, wenn sie nur Geruchsorgan und nicht Athmungsorgan zugleich ist, auch flimmert), der Membran des Eierstocks und zwar an allen Wandungen der Behälter, welche Eier einschließen, und der des Eileiters, wenn er vorhanden ist, bis zu seiner äußern Mündung wahrgenommen. Bei Rochen (Squalus catulus) sah ich die Oberfläche des Bauchfells zwischen Leber und Eierstock, vor den Nieren und den Ovarien bei weiblichen Individuen flimmern, während die männlichen Embryonen an den genannten Stellen nichts der Art darboten. C. Vogt beobachtete ebenfalls bei eileiterlosen Salmonen (Corregonus palaea, albula, Salmo fario und trutta) an der ganzen innern Oberfläche der Bauchwände bei weiblichen, nicht aber bei männlichen Exemplaren Flimmerbewegung.

Die Rotationsbewegung hat Rusconi bei Hechteiern, 30 Stunden nach der Befruchtung, wahrgenommen. Ob die freien Kiemen der Embryonen der Rochen und der Haifische flimmern, ist noch nicht untersucht worden. Wie der niederste der Cyclostomen und aller Wirbelthiere überhaupt, Branchiostoma lubricum Costa (Amphioxus lanceolatus Yarrell) eine so eigenthümliche Stelle in jeder Beziehung behauptet und einerseits noch zu den Wirbelthieren gehörend, anderseits durch seine vielfachen contractilen gefäßartigen Herzen

an die Anneliden erinnert, so sind auch die Verhältnisse seiner Flimmerepithelien durchaus exceptionell. Nach den Beobachtungen von Joh. Müller und Retzius entbehrt die Mundhöhle dieses Thiers der Flimmerbewegung. Diese beginnt erst an eigenen fingerförmigen Figuren, wo dasselbe optische Phänomen, wie bei den Räderorganen der Infusorien zu Stande kommt, und setzt sich von hier in die Kiemenhöhle, wo die Schleimhaut und die sehr zahlreichen Kiemenspalten auch die Wimperbewegung darbieten, fort. Das Flimmerphänomen der Kiemen dieses Thiers ist um so auffallender, als kein bis jetzt bekannter Fisch, selbst Myxine nicht, an seinen Athmungsorganen die Erscheinung darbietet. Die von Lichtenstein beschriebene wirbelnde Bewegung der Kiemen von Syngnathus gehört nicht hierher, sondern, wie jener Forscher auch bemerkte, zum sogenannten Motus vibratorius major. Bei Branchiostoma flimmert noch nach Müller und Retzius der ganze Tractus intestinalis, so wie der Blindsack des Darms. Unmittelbar hinter der grünen, in der Darmhaut befindlichen Leber zeigt sich eine Stelle, in welcher das Phänomen besonders lebhaft ist und wo sich aus diesem Grunde ein Strang brauner Excremente sehr rasch um seine Achse dreht. Bei keinem andern Wirbelthiere ist eine Flimmerbewegung im Darme, wenn man die kleine Kloakenstelle bei den Batrachiern ausnimmt, wie schon oben bemerkt wurde, bis jetzt bekannt.

Ehe wir die Wirbelthiere verlassen, müssen wir noch über die Beobachtungen, welche auf eine vielleicht innerhalb der Primitivfasern der Nerven stattfindende Flimmerbewegung hindeuten, anführen. Schon früher (1836) glaubte ich in den Primitivfasern des N. ischiadicus eines großen durch einen Fall von 2′ Höhe tetanisch gewordenen Frosches Spuren von Flimmerbewegung wahrgenommen zu haben. Remak sah später an den Bündeln frischer Rückenmarksnerven Bewegungen der Art, die von mir durch ein Mißverständniß seines lateinischen Ausdruckes auf die Primitivfasern selbst bezogen wurden und daher nicht hierher gehören. Die in der Folge von Gerber und mir wieder aufgenommenen Untersuchungen führten eben so wenig zu bestimmten Resultaten, als die früheren Erfahrungen. Wie man bei ganz frischen Nervenprimitivfasern des Menschen und aller Wirbelthiere bei hellem Tages- und vorzüglich bei Lampenlichte sieht, existirt rings nach Außen von dem Primitivfaserinhalte ein heller Saum, welcher oft einem eben still stehenden Flimmersaume ähnlich sieht. Bisweilen glaubte ich noch ein Auf- und Niederklappen desselben wahrzunehmen. In den bei weitem meisten Fällen dagegen ist keine Spur davon zu beobachten. Aehnliche Erfahrungen scheint auch Bruns gemacht zu haben. Zu gleich unvollständigen Resultaten gelangt man, wenn man an dem Oberschenkel eines lebenden Frosches alle Theile bis auf den Hüftnerven entfernt, einige Primitivfasern, die so in ihrer longitudinellen Continuität bleiben, auf einer Glasplatte ausbreitet und mikroskopisch untersucht. Man sieht hieraus, daß die bis jetzt gemachten Erfahrungen durchaus nichts Positives in dieser Beziehung liefern, viel weniger sichere Schlüsse rücksichtlich der Existenz einer Circulation des Nervensaftes erlauben.

Wirbellose Thiere. — Hier erlangt die Flimmerbewegung in einigen Abtheilungen, wie den Mollusken, eine größere Ausdehnung, als in den anderen Klasse der Thierwelt, während sie bei anderen Abtheilungen wirbelloser Geschöpfe fast ganz zu mangeln scheint. Hierher gehören z. B. die Arachniden, die Crustaceen und die Insecten. Peters will zwar in dem Innern der Tracheen Flimmerbewegung gesehen haben, ohne daß jedoch die

Flimmerhärchen deutlich wahrgenommen werden konnten. So viel Wahrscheinliches diese Angaben auch haben, so müssen dennoch künftige Erfahrungen bestimmter über diesen Gegenstand entscheiden. Ebenso ist noch die Rotation des Eies in diesen Thierklassen nachzuweisen.

Anneliden. — Hier kommt die Flimmerbewegung in sehr verschiedenen Organen und Theilen vor. Unter den Antennaten Lam. findet sie sich bei Aphrodite aculeata nach Sharpey an der äußern und der innern Oberfläche des Darms und der an diesem haftenden Blinddärme, so wie an der Innenfläche der Zellen, welche mit dem in dem Bauchraume enthaltenen Wasser in Berührung kommen; unter den Tubicolen bei Serpula und bei Amphitrite alveolata nach Sharpey und nach Joh. Müller und Henle bei den Sabellen an den Kiemenfäden, bei Arenicola piscatorum nach Theek an der Innenfläche der Leberbläschen und nach Stannius an der äußern Fläche des Stamms und der hohlen Fortsätze der kammförmigen Gefäße; unter den Terricolen bei dem Regenwurme an der innern Oberfläche des Darmkanals, so wie nach Henle und mir an der der schleifenartigen Organe und bei Naïs proboscidea nach O. F. Müller, Gruithuisen, Ehrenberg, Purkinje und mir an der Innenfläche des Hintertheils des Darms und in den schleifenartigen Apparaten, und unter den Turbellarien bei Planaria nach Gruithuisen, Purkinje und mir, Ehrenberg an der äußern Körperoberfläche. Endlich flimmern bei Branchiobdella astaci nach Henle, Siebold und mir zwei vordere und zwei hintere im Innern der Thiere befindliche Röhren.

Mollusken. — Die Cephalopoden zeichnen sich hier durch vorherrschenden Mangel an Flimmerbewegung im erwachsenen Zustande besonders aus. Unter den Gasteropoden dagegen erreicht das Phänomen einen sehr ausgezeichneten Verbreitungsbezirk. Von den Nacktschnecken flimmern bei Limax die äußere Haut mit den Fühlern, der Darm, die Lebergänge, die Innenflächen der weiblichen und die der männlichen Genitalien und die der Nieren. Aehnlich ist der Verbreitungsbezirk des Phänomens bei den Gehäuseschnecken, wie Succinea, Helix, Planorbis, Limnaeus. Bei Aplysia leporina unter den Pomatobranchien flimmern außer den genannten Organen noch die Kiemen. Dasselbe ist auch nach den Beobachtungen von Sharpey, Lovén, Fleming und mir bei Doris, Tritonia und Colidia, unter den Cyclobranchiaten nach Sharpey und mir bei Patella und nach dem Ersteren bei Chiton der Fall. Das Gleiche gilt von den Ctenobranchien, wie die von Purkinje und mir, R. Wagner und A. an Paludina vivipara und von Sharpey an Buccinum undatum gemachten Beobachtungen zu lehren scheinen. Bei allen bis jetzt untersuchten Conchiferen (Mya, Anodonta, Mytilus, Ostrea) flimmerten die freie, nicht aber die der Schale zugekehrte Oberfläche des Mantels, der ganze Darm, die Kiemen und die Nebenkiemen, der Fuß, die Genitalien und das schwarze (bald als Lunge, bald als Niere, bald als Geschlechtstheil gedeutete) Organ. Unter den Tunicaten flimmern bei den Ascidien nach Sharpey und mir der Kiemensack, so wie mehrere innere Häute. Aehnliches findet sich nach Lister bei Polyclinum. In den Salpen existiren nach Meyen Flimmerorgane in den Athmungswerkzeugen. Endlich gehört, wie die Beobachtungen von Siebold zu lehren scheinen, die Innenfläche der den Gehörstein einschließenden Höhle von Cyclas, Anodonta, Unio wahrscheinlich hierher.

Die Rotation des Eies und der Embryonen ist bei Typen aus den meisten Abtheilungen der Weichthiere bis jetzt schon beobachtet worden.

Echinodermen. — Bei den Seeigeln (Echinus esculentus) flimmert

nach Carus, Delle Chiaje, R. Wagner, Sharpey und mir die Membran der Schaale und das gesammte die Eingeweide umhüllende Bauchfell, so wie nach meinen Erfahrungen die äußeren und inneren Kiemen, die Füßchen und der Darm. Bei den Seesternen (Asterias aurantiaca und rubens) fand ich das Phänomen an der äußern und der innern Fläche des Magens mit seinen Blindsäcken, den Kiemen, der äußern und innern Fläche der Füßchen, der weichen äußern Haut, dem Bauchfell, den Ringgefäßen, den Genitalien und der bauchfellartigen Zwischenmembran, welche alle diese Theile unter einander und an die Kalkgebilde heftet. Bei den Holothurien (Holothuria tubulosa) zeigen die äußere Oberfläche der gestielten harten knorpeligen Blasen am Munde, die braunen Gefäßröhren am Athmungsorgane, die Oberfläche der zu dem Darme gehenden Gefäße, das Gekröse und das Bauchfell überhaupt und vielleicht die Geschlechtstheile dasselbe. An dem Magen, dem Bauchfelle und den Füßchen der Seesterne hatten Sharpey und zum Theil R. Wagner das Phänomen schon früher wahrgenommen.

Entozoen. — Bei Distomum globiporum und Distomum nodulosum finden sich nach Siebold unterhalb des vordern Saugnapfes zu beiden Seiten des Schlundkopfes zwei kleine rundliche, an ihren Innenflächen flimmernde Höhlungen. Ob Bucephalus polymorphus Flimmerbewegungsverhältnisse darbietet oder nicht, steht noch genauer zu erforschen. Außerdem zeigen viele infusorienartige Entozoen, wie z. B. die Opalina ranarum im Mastdarme der Frösche, auf der ganzen Hautoberfläche, oder der in der Harnblase des Frosches nicht selten vorkommende infusorielle Schmarotzer um den Mund und im Innern Flimmerbewegung. Unter den Parasiten hat z. B. Diplozoon das Phänomen in dem Innern der großen Gefäßstämme. Nach den von Siebold gemachten, später von Miescher und mir bestätigten Erfahrungen bewegen sich die infusorienähnlichen Embryonen von manchen Trematoden, wie Monostomum mutabile, Distomum cygnoides, hians und nodulosum durch Flimmerhaare ihrer Oberfläche fort.

Unter dem Namen der Wimperblasen beschrieb Remak in neuester Zeit eigenthümliche, parasitisch in dem Gekröse vorzüglich dem Mesogastrium der Frösche oft wahrnehmbare Bläschen von $^1/_{50}$ — $^1/_4$ Linie Durchmesser oder noch bedeutenderen Größenschwankungen, welche an der innern Oberfläche der ihre Höhlung umgebenden Häute Flimmerhaare und Flimmerbewegung besitzen. Sie haben eine kreisrunde bis eiförmige Gestalt, ragen meistens über die Fläche der Gekrösplatten hervor, zeigen nach Außen an ihrer Hülle concentrische Lagen knotiger Fasern und innerhalb ihrer Höhlung kreisrunde, dunkel aussehende, ihrer Zahl nach sehr verschiedene Körper, welche durch das Flimmern der Innenfläche der Hülle in fortwährender Bewegung erhalten werden. Bisweilen erscheinen gesonderte Abtheilungen solcher Körper, die sich nach ganz verschiedenen, oft entgegengesetzten Richtungen bewegen. Das Phänomen dauert nach Isolation der Blasen oft noch stundenlang, wird endlich träger und unregelmäßiger, beschränkt sich mehr auf einzelne Stellen der Blase und hört zuletzt ganz auf. Vielleicht, daß sich im Innern der Blasen Scheidewände bilden und so das Kreisen einzelner Gruppen der enthaltenen Körper hervorrufen. Vielleicht auch, daß sich die Blasen selbst durch Abschnürung vermehren. Die Inhaltskörper sind mehrfach so groß, als die Blutkörperchen des Frosches, enthalten an einem Theile eine körnige Masse, an einem andern einen bläschenartigen Zellenkern, zeigen aber keine Bildung von Zellen in Zellen. Bei kleinen Blasen können sie selbst gänzlich fehlen. In einem Falle beobachtete Re-

mak auch eine Wimperblase an dem freien Rande des breiten Mutterbandes eines Kaninchens.

Betrachten wir noch anhangsweise die Samenfaden, so finden wir bei ihnen keine wahre Flimmerbewegung. Die Angabe, daß die Spermatozoen einzelner geschwänzter Batrachier das Phänomen darbieten, beruht darauf, daß der um den gestreckten Fadentheil in einiger Entfernung schraubengangartig herumgerollte Endtheil des Fadens durch seine eigenthümliche zitternde Bewegung den Schein eines wallenden Streifes leicht hervorruft.

Acalephen. — Hier haben O. F. Müller, Tilesius, Rosenthal, Eschscholtz, Grant, Sharpey, Sars, R. Wagner, Forbes und Goodsir und ich die Flimmerbewegung wahrgenommen. Sie findet sich an verschiedenen Stellen der äußern Haut, besonders an den fadenartigen Gebilden des Körpers, wie z. B. nach Siebold an den blaßrosagefärbten, an den Geschlechtstheilen gelegenen Tentakeln der Medusa aurita, nach R. Wagner an diesen und den langen violetten Randfäden von Pelagia, an den gefranzten Anhängen von Cassiopeja, ferner an den Randkörpern, den Hüllen der Hoden und der Eierstöcke. Auch flimmert die innere Oberfläche eines Randgefäßes und der mit ihm in Verbindung stehenden strahligen Gefäße. Hierdurch wird dann die Bewegung einer mit Körperchen versehenen, blut- oder chylusähnlichen Flüssigkeit erzeugt.

Daß die Embryonen der Medusen Flimmerbewegung besitzen, haben die Beobachtungen von Siebold gelehrt.

Polypen. — Bei den Actinien flimmern der Magen mit seinen Nebenhöhlen, die Oberflächen der Geschlechtstheile und der diese einhüllenden Membran, so wie die innere Oberfläche der hohlen Fühlfäden. Die Flimmerbewegung der äußern Oberfläche der Scheibe und der Fühlfäden wechselt nach Sharpey nach Species und Alter. Die Rotation der Eier ist von Rathke, Sharpey, Dalyell und Anderen beobachtet worden. Sehr allgemein flimmern bei See- und Süßwasserpolypen die Arme und Fühlfäden. Die Haare fehlen jedoch auch einzelnen Species von Sertularia, Campanularia, Plumularia, Tubularia u. dgl. Auch zahlreiche innere Theile bieten hier dasselbe Phänomen dar, so nach Vanbeneden die Außenfläche des Darms der Alcyonellen, der Eingang in den Darm bei sehr vielen hierher gehörenden Thieren, der Magen und der Darm der Flustren u. dgl. oder auch einzelne innere Röhren, wie bei manchen Süßwasserpolypen. Eine durch Flimmerbewegung bewirkte Kreisbewegung einer mit Körperchen geschwängerten Flüssigkeit im Innern des Polypenkörpers existirt, wie es scheint, häufig. Sie wurde z. B. bei Campanularia von Cavolini und Lister, bei Sertularia, Tubularia von dem Letztern wahrgenommen. Erdl sah sie innerhalb der Fühlerkränze von Veretillum cynomorium. Bei den Spongien flimmert wahrscheinlich die ganze Schleimhaut des von Höhlen durchsetzten Körpers.

Die Rotation der Eier und Lunge dieser Thierklasse ist vielfach beobachtet worden.

Infusorien. — Zieht man alle Theile, an welchen durch rasche Bewegung haarförmiger Organe ein Strudel in dem umgebenden Wasser entsteht, hierher, so bieten sehr viele Infusorien, ja vielleicht fast alle das Phänomen an irgend einer Stelle des Körpers dar. Wir haben es an der äußern Haut z. B. bei Coleps, Trachelius, Paramecium und vielen anderen, am Mundrande bei Vorticella, Epistylis u. dgl., an beiden bei Stentor Mülleri, Leucophrys, Holophrya, Bursaria u. s. w. Wir finden es als charakteristisches Merkmal für die ganze große Familie der Räderthiere. Allein bei einer genauern Be-

griffsbestimmung der Flimmerbewegung, wie wir sie im Anfange dieses Artikels versucht haben, dürften viele hierher gerechnete Vorkommnisse hinwegfallen. Wo Flimmerbewegung im engern Sinne des Worts existirt, muß eine größere oder geringere Zahl von Flimmerhärchen auf einer Epithelialzelle sitzen. Dieses ist aber z. B. bei den Räderorganen der Räderthiere und anderen Theilen von Infusorien nicht der Fall. Wir haben hier haarförmige Gebilde, welche mehr zu dem Hornsysteme der Haut zu gehören und durch antagonistische Muskeln in Bewegung gesetzt zu werden scheinen. Dadurch, daß manche von ihnen in continuirlicher Thätigkeit begriffen sind, erzeugen sie ein Phänomen, welches auch bei anderen Thieren vorkommt, das man mit dem Namen des Motus vibratorius major bezeichnet und auf welches wir in der Folge noch zurückkommen werden. An diese Erscheinungen schließen sich dann andere anhaltende Bewegungen von Theilen der Infusorien, z. B. des Rüssels der Monadinen, der Strahlen von Actinophrys und selbst vielleicht zum Theil die den Wechsel der äußeren Formen erzeugenden Veränderungen der Amoeben. Es bleibt daher für Specialforscher der Infusionsthiere das Problem, einerseits die wahren Flimmerepithelien dieser Geschöpfe in Detailbelegen nachzuweisen und anderseits die verschiedenen Formen der anderweitigen continuirlichen Bewegungen bei diesen Thieren kennen zu lehren.

Die von Ehrenberg als innere kiemenartigen Gebilde der Rotiferen beschriebenen Organe sind nach C. Vogt Flimmerröhren, wie sie in dem Regenwurme, in Naïs, Branchiobdella u. dgl. existiren.

Ordnen wir nun das Vorkommen der Flimmerbewegung den Organen nach, so haben wir:

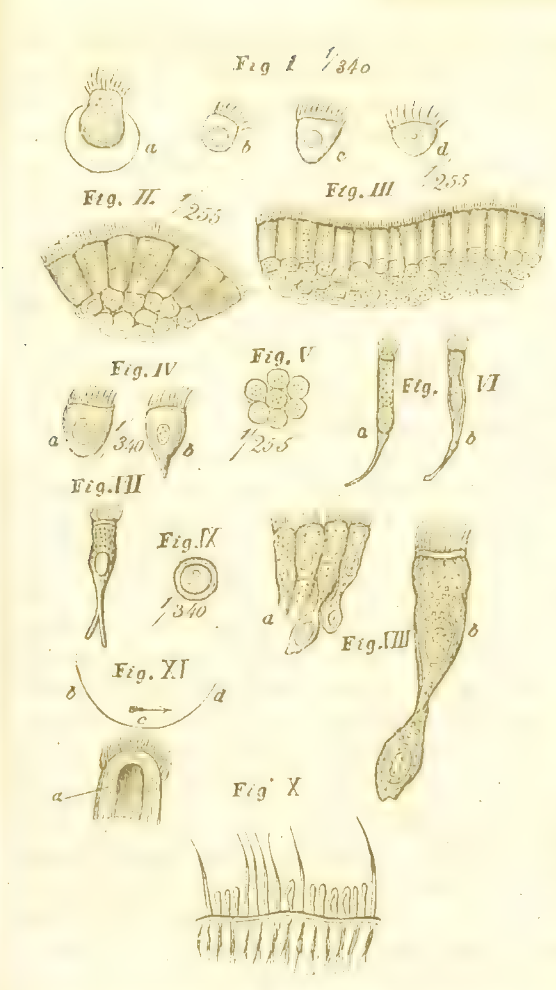
1. Ependyma des centralen Nervensystems. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische.
2. Plexus choroidei. (Wahrscheinlich Mensch.) Säugethiere. (Vögel.) Reptilien. Fische.
3. Oberfläche der Höhlung des Geruchsnerven. Mensch. Säugethiere.
4. Thränensack und Thränengang. Mensch. Säugethiere.
5. Gehörhöhle. Cyclas. Anodonta. Unio (?).
6. Schleimhaut der Nasenhöhle. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische.
7. Innenfläche des Trommelfelles. Batrachier.
8. Schleimhaut der Eustachischen Trompete. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien.
9. Schleimhaut der Kiefer- und Stirnhöhlen. Mensch. Säugethiere.
10. Schleimhaut des gesammten Darms oder von Theilen desselben. Branchiostoma lubricum. Aphrodite aculeata. Lumbricus terrestris. Naïs diaphana. Schnecken. Muscheln. Ascidien. Echinodermen. Actinien und einzelne andere Polypen und einzelne Infusorien.
11. Gesammter Bauchraum oder Theile desselben. Aphrodite aculeata und einzelne Polypen.
12. Außenfläche des Darms. Aphrodite aculeata. Einzelne Polypen.
13. Bauchfell. Geschwänzte Batrachier. Weibliche Rochen. Weibliche Salmonen ohne Eileiter. Echinodermen. Acalephen und einzelne Polypen.
14. Schleimhaut der Mundhöhle, des Schlundes und der Speiseröhre. Reptilien.
15. Schleimhaut der Kloake. Batrachier.
16. Innere Oberfläche der Gallengänge und Aequivalente

derselben. Aphrodite aculeata. Arenicola piscatorum. Schnecken und vielleicht Muscheln.

17. Herzbeutel. Batrachier.
18. Gefäße. Diplozoon. Medusen? Polypen?
19. Oberfläche der Kiemen. Perennibranchiaten. Branchiostoma. Embryonen der Batrachier. Serpula. Amphitrite alveolata. Sabella. Ascidien. Salpen. Echinodermen. Mit diesen versehene Schnecken und Muscheln. Einzelne Polypen. Infusorien.
20. Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Lungen. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien.
21. Innenfläche des Harnrecipienten. Einzelne Schnecken. Muscheln?
22. Innenfläche des Samenleiters. Schnecken.
23. Innenfläche der Zellen und Gänge des Eierstockes. Batrachier. Fische. Muscheln. Echinodermen? Akalephen? u. a.
24. Innenfläche der Eiröhren. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische. Schnecken. Muscheln? und andere niedere Thiere.
25. Innenfläche der Gebärmutter. Mensch. Säugethiere und damit oder mit deren Aequivalenten versehene Wirbelthiere.
26. Aeußere Haut. Embryonen der Batrachier. Schnecken. Muscheln. Echinodermen. Einzelne Entozoen. Planarien. Akalephen. Polypen. Infusorien.
27. Besondere Organe und Theile. Kammförmige Gefäße von Arenicola piscatorum. Schleifenförmige Organe des Regenwurms, von Naïs. Vordere und hintere Flimmerröhren von Branchiobdella. Niere oder Lunge oder Geschlechtsorgan der Muscheln. Höhlen neben dem Schlundkopfe von Distomum globiporum und nodulosum. Randkörper der Medusen. Flimmerröhren der Rotiferen, die oben erwähnten Wimperblasen u. dgl.
28. Rotation der Eier und Embryonen. Säugethiere, Batrachier, Knochenfische, Mollusken, Echinodermen, Entozoen, Medusen, Polypen, Infusorien (bei den letzteren Thierklassen die Jungen).

Es ist gar keine Frage, daß dieser Index, in den nur unzweifelhaft beobachtete Thatsachen aufgenommen worden, durch fortgesetzte Untersuchungen noch bedeutend vermehrt werden wird. Allein schon die vorläufig festgestellten Facta scheinen zu beweisen, daß jedes Organ und jeder Organtheil, der überhaupt nur eine freie, äußere oder innere Oberfläche darbietet, in einem oder dem andern thierischen Geschöpfe zu flimmern im Stande ist. Um so auffallender bleibt es, daß sich gewisse Thierabtheilungen, wie die Crustaceen, Insecten, Arachniden, Cephalopoden so entschieden exclusiv gegen die Flimmerbewegung verhalten.

Ueberall wird die Flimmerbewegung durch Härchen oder Blättchen, welche in Schwingung begriffen sind, hervorgerufen. Diese Gebilde sitzen dann an den freien Oberflächen von Epithelialzellen, die man deßhalb auch mit dem Namen der Flimmerorgane belegt. Daher die Anwesenheit von Flimmerbewegung und Epithelialformation einander wechselseitig bedingen. In den bei weitem meisten Fällen ist das Flimmerepithelium ein Cylinderepithelium, dessen Cylinder, wie bald näher entwickelt werden soll, meist den Charakter älterer, in ihrer Ausbildung vorgeschrittener und zum Theil verhornter Zellgebilde an sich tragen. Doch ist dieses keineswegs nothwendig. Wir haben auch ausnahmsweise runde Flimmerzellen, die z. B. in den Adergeflechten des Fötus der Wiederkäuer gleich sehr jungen Zellen durch Wasser äußerst leicht zerstörbar sind, während die runden Flimmerzellen, welche z. B. das Rotiren des Fisch-



eies bewirken, der Einwirkung des Wassers einen größern Widerstand entgegensetzen. Eben so finden wir unter Flimmercylindern, z. B. der Mundhöhle des Frosches, einzelne länglich runde oder selbst kugelige Flimmerzellen (Fig. I. a. b. c. d.). Bei den mit den Charakteren älterer Zellbildung versehenen Zellen liegen wahrscheinlich immer unter der Flimmerzelle noch eine oder mehre, in ihrer Ausbildung weniger vorgeschrittene Zellenschichten.

Die cylindrischen Flimmerzellen gleichen sehr den Cylindern des gewöhnlichen, mit keinen Flimmerhaaren versehenen Cylinderepithelium (s. d. Art. Gewebe). Es sind länglich runde, ungefähr conische Gebilde, welche gegen ihre freie Oberfläche hin breiter werden, sich gegen das entgegengesetzte Ende hin mehr verschmälern und dann in ein verdünntes Gebilde, durch welches sie mit den darunter liegenden Zellenschichten vereinigt werden, auslaufen. Diese ihre Form erkennt man schon in dem Wesentlichen, so lange sich die Flimmermembran in ihrer Integrität befindet, z. B. an den gefalteten Rändern dünner und durchsichtiger Flimmerhäute oder an geeigneten Perpendicularschnitten derselben, welche mittelst der Scheere oder des Doppelmessers angefertigt worden sind (z. B Fig. II. aus der Luftröhre des Kaninchens und Fig. III. aus der des Menschen). Um aber die Details zu studiren, muß man die Cylinder isolirt zur Betrachtung zu erhalten suchen. Dieses geschieht am leichtesten dadurch, daß man die Oberfläche einer Flimmerhaut mit der Schneide eines Messers schabt. In dem so erhaltenen Gemenge erscheinen dann viele Flimmercylinder theils vereinzelt, theils in geringer Zahl mit einander gruppirt. Auch die bloße Untersuchung der an Flimmerhäuten haftenden oder von ihnen ausgehenden Secrete führt oft schon einzelne Flimmerzellen zur Anschauung, sobald gleichzeitig eine normale oder pathologische Häutung des Flimmerepitheliums stattfindet. Die in vorgeschrittener Ausbildung begriffenen, älteren, normalen Flimmercylinder zeigen eine rund herumgehende Seitenwand und eine über das Lumen des Cylinders, gegen die freie Oberfläche die Höhlung derselben abschließende trommelfellartige obere Wand. Die Seitenwand trägt die Charaktere eines schwachen Verhornungsprocesses an sich, d. h. sie zeigt überall keine ganz vollkommene Durchsichtigkeit und ein mehr oder minder körniges Wesen. Dieses letztere entsteht wahrscheinlich dadurch, daß an der Innenwand der primären Zellmembran, die wahrscheinlich durch chemische Intussusception eine größere Consistenz gewonnen hat, Körnchen (des frühe-

ren flüssigeren Zelleninhaltes oder aus diesem niedergeschlagen) anliegen. Auf den Seitenwandungen vieler, jedoch nicht aller Flimmercylinder erkennt man auch ein longitudinal gestreiftes oder geriefte Wesen (Fig. IV. a u. b. aus dem Frosche). Im Innern des Cylinders erscheinen ein oder zwei Kerne, die, wenn das letztere stattfindet, größtentheils longitudinal und meist in einiger Distanz über einander liegen. Sehr oft bilden diese Nuclei ganz helle, wie von Milchglas verfertigte Kugeln. Sehr oft dagegen haben sie auch einen körnigen Inhalt. Den Gesetzen der Gewebeentwicklung gemäß, müssen wir die ersteren für älter halten als die letzteren. Die obere Wandung des Cylinders scheint, besonders wenn er helle Kerne enthält, dünner als die Seitenwandung zu sein. Sie zeigt wenigstens eine sehr große Empfindlichkeit gegen Wasser. Durch die Kraft dieser Flüssigkeit scheint sie sehr leicht zerstört zu werden. Wenn nämlich Wasser eine Zeit lang auf eine Flimmermembran, besonders der höheren Thiere und des Menschen eingewirkt hat, so sehen wir an dem Rande derselben nach und nach helle Kugeln hervortreten. Diese sind nichts, als die früher in den Flimmercylindern enthaltenen Kerne, welche durch die obere Wand derselben ihren Ausgang finden. Da das Phänomen vorzüglich leicht bei warmblütigen Thieren eintritt, und das angewandte Wasser in der Regel geringer temperirt ist, als die meist unmittelbar nach dem Tode untersuchte Flimmermembran, so dürfte vielleicht der Temperaturwechsel ebenfalls bei dem erwähnten Erfolge wesentlich thätig sein. Jedenfalls aber läßt sich mit Recht schließen, daß die Widerstandskraft der oberen Wand geringer, als die der Seitenwandung ist. Da bei allen Zellen die Stärke der Zellenwand durch chemische Intussusception oder mechanische, meist an der Innenwand erfolgende Ablagerung, oder beide Momente zugleich zunimmt, so ließe sich vielleicht annehmen, daß dasselbe Quantum neu zugeführter Stoffe auf die obere Wand selbst und die Flimmerhärchen vertheilt wird und daß daher die erstere schwächer bleibt, als die Seitenwandung. Sollte diese Hypothese richtig sein, so müßte die obere Wandung der reinen, nicht flimmernden Cylinderepithelien dichter sein.

Die eben geschilderten Flimmercylinder stehen senkrecht, gleich den dichtgedrängten Pallisaden, neben einander. Da sie nach oben gegen die freie Oberfläche hin an Durchmesser zunehmen, so müssen sie, je näher der Oberfläche, um so leichter einander gegenseitig drücken. In der That verlieren sie auch hier nicht selten ihre cylindrische Form und platten sich wechselseitig ab. Betrachtet man sie, wenn die Flimmerhaare entfernt sind, von der obern Fläche aus, so erscheinen sie nicht, wie sich erwarten ließe, als runde bis rundliche neben einander liegende Gebilde, sondern als polygonale Zellen, welche vollkommen dem gewöhnlichen Pflasterepithelium gleichen. Diese Beobachtung macht man am leichtesten, wenn man die Flimmermembranen von Thieren, die in Weingeist aufbewahrt worden, z. B. der Mundhöhle von Salamandern und Tritonen, untersucht. Oft, z. B. Fig. V. bei dem Kaninchen, zeigen sie sich schon selbst etwas polygonal, wenn sie einander auch nicht ganz dicht berühren. Allein auch abgesehen von dieser Abplattung erscheinen oft die Flimmercylinder überhaupt platt gedrückt. Ob dieses auch durch ihre gedrängte Stellung in der Tiefe erzeugt oder durch Wachsthumsursachen bedingt werde, ist nicht bekannt.

Das Flimmerepithelium reiht sich seinen Bildungsgesetzen nach den übrigen Epithelien an. Hierzu gehört, daß, wenn ältere Flimmercylinder vorhanden sind, jüngere Zellenschichten, wie schon bemerkt wurde, unterhalb derselben existiren. Untersucht man eine größere Anzahl von isolirten Flim-

mercylindern, so läuft bei dem größten Theile das untere Ende in ein fadiges Gebilde aus. Das Ende dieses letztern ist oft unregelmäßig abgerissen oder trägt überhaupt Spuren von Verletzung an sich. Bald erscheint es einfach, platt, nicht selten umgelegt (Fig. VI. a. und b. aus der Luftröhre des Menschen), oft scheinbar gabelförmig (z. B. Fig. VII. aus der Luftröhre des Hundes). Bei einzelnen Cylindern hängt an dem untern Ende statt eines längern Fadens eine platte Zelle, z. B. Fig. VIII. a. und b. aus der Luftröhre des Menschen. Selten folgen auch wohl zwei successive Zellen longitudinal noch auf einander. Auf sehr feinen, mittelst des Doppelmessers bereiteten senkrechten Schnitten einer Flimmermembran sieht man bisweilen, wie an einem Cylinder noch mehre, bis drei (bis vier) Zellen der Höhe nach an einander haften. Die Verbindung zwischen dem Cylinder und der ersten Zelle ist verhältnißmäßig am schmalsten und wird zwischen der ersten und zweiten breiter, zwischen der zweiten und dritten noch breiter. Auch die Kernbildung wird je weiter nach unten, relativ und vielleicht auch absolut um so größer. Hieraus scheint sich zu erklären, wie, wenn die oberste Schicht, d. h. die Lage der Flimmercylinder abgestoßen wird, sogleich eine neue Epitheliallage, (oder vielleicht bisweilen eine junge Kernschicht), wie bei den anderen Epithelialhäuten, zum Ersatze vorhanden ist.

Alle eben geschilderten Eigenschaften der Flimmercylinder sind aber nur als accessorische zu betrachten. Daß weder die cylindrische Form, noch die Verhornung des größten Theils der Wandungen, noch die Mehrfachheit, Helligkeit und dgl. der Kerne etwas wesentlich Nothwendiges sei, lehren die Flimmerzellen an den Adergeflechten des Hirns der Früchte der Wiederkäuer. Auch flimmern, wie die Untersuchung der Schleimhaut der Luftröhre beweis't, die Cylinder schon, ehe sie den eben geschilderten vorgerückten Zustand ihrer Ausbildung erlangt haben. Eben so indifferent ist ihre Größe, so wie die durch diese und die Zahl und Größe der unterliegenden Schichten erzeugte Stärke des Flimmerepithelium, wie z. B. schon die Vergleichung der flimmernden Elemente in der Luftröhre und dem Ependyma des Gehirns des Menschen darthut.

Bei den nicht cylindrischen Flimmerzellen stehen die Flimmerhaare auf der freien Oberfläche der Zelle (z. B. Fig. I. b. aus der Mundhöhle des Frosches) zerstreut, während die verdeckte Oberfläche derselben entbehrt, wie man bei Isolation sieht und sich schon gewissermaßen von selbst versteht. Bei den Flimmercylindern stehen sie rings um die Peripherie der obern Fläche, nicht aber auf der obern freien Fläche der Oberwand des Cylinders selbst. Daher kommt es auch, daß, wenn man eine Flimmermembran von oben her untersucht, die Mitteltheile dieser obern Fläche eines jeden Flimmercylinders heller und durchsichtiger erscheinen. Es zeigt sich dann eine innere hellere durchsichtige Scheibe, welche an ihrer Peripherie von einem etwas saturirteren Ringe gleich einem Reifen umgeben wird. (Fig. IX. aus der Mundhöhle des Frosches.) An dem letztern unterscheidet man dann bisweilen die Haare oder deren Ueberreste als Punkte oder feine Striche. Bisweilen sind sie auch gar nicht mehr kenntlich. Diesen ringartigen Theil bemerkt man auch bei der Seitenansicht des Flimmercylinders, oft weniger bei der der mehr kugeligen Flimmerzellen. Von ihm scheinen bei sehr vielen Cylindern und Zellen die Flimmerhaare auszugehen. Untersucht man jedoch oft und genauer, so gewinnt es eine größere Wahrscheinlichkeit, wo nicht Gewißheit, daß sie tiefer hinabreichen. Ja die bald zu erwähnenden zwiebelartigen Theile dieser Haare scheinen immer unter- und innerhalb dieser Gebilde zu liegen.

Die Zahl der Flimmerhaare, welche ringsherum auf einem Flimmercylinder stehen, scheint bei den verschiedenen Flimmerzellen verschieden zu sein. Bisweilen erscheinen in Einer Seitenansicht nur 3 — 6. Nach Henle sollen sogar bei Muscheln Flimmercylinder, welche nur je ein Haar tragen, vorkommen. An einzelnen Cylindern der Schleimhaut der Mundhöhle des Frosches zählte ich (in der ganzen Peripherie und nicht bloß in der Hälfte derselben) meist 17 — 21. Bei dem Kaninchen schienen mir sogar an einzelnen breiteren Cylindern der Schleimhaut der Luftröhre einige dreißig Haare zu sein. Nehmen wir nur den mittleren Durchmesser Eines Cylinders, wie er sich bei dem genannten Kaninchen ergab, zu 0,0006″ an, so werden ungefähr in runder Summe 20,000 auf eine Quadratlinie kommen. Schreiben wir jedem Cylinder 20 Flimmerhaare zu, so wird jede Quadratlinie 400,000 Flimmerwimpern besitzen. Auf die Luftröhre allein würden dann nach einem ungefähren Anschlage gegen 20 Millionen Flimmerhaare kommen. Bei dem Menschen glaubte ich bei verschiedenen Zählungen 10 — 22 Haare zu finden. Uebrigens dürfte es sich schon theoretisch von selbst verstehen und scheint auch durch die Erfahrung bestätigt zu werden, daß die Zahl der Flimmerhaare variabel ist und daß die Breiten der Cylinder und der Haare bestimmende Momente derselben ausmachen.

Die Gestalt der Flimmerhaare ist nicht immer die gleiche. Die speciellen Formdifferenzen sind aber nur sehr schwer und unvollständig anzugeben, weil diese einzelnen Haargebilde an der Grenze unsers verstärkten Sehvermögens stehen, während der noch thätigen Flimmerbewegung nicht beobachtet werden können und nach dem Aufhören derselben sehr leicht zu Grunde gehen. Immer ist das Haar gegen seine Basis breiter, als gegen die Spitze hin. Die Verschmälerung erfolgt allmälig. Ihr Grad wird daher im Allgemeinen durch das Verhältniß der Breiten der Basis und der Spitze zur Totallänge des Haares bestimmt. Purkinje und ich glaubten bei Beobachtung der Flimmerbewegung an der Schleimhaut der Luftröhre und der innern weiblichen Genitalien des Menschen, des Ochsen, des Schaafes, überhaupt der Säugethiere bei möglichst starker Vergrößerung beobachtet zu haben, daß das Ende der Flimmerhaare mehr quer abgeschnitten sei. Ich bin aber seit jenen ersten Untersuchungen wiederum zweifelhaft geworden, da ich namentlich in der Luftröhre der Menschen auch spitz zulaufende Flimmerhaare deutlich wahrnahm. Dagegen sind sie, wie wir schon früher bemerkten, hier wie in der Schleimhaut der Luftröhre, der Lungen und der inneren weiblichen Genitalien, zum Theil der Vögel und anderer Wirbelthiere mehr platt und laufen bei den letzteren mehr oder minder spitz zu. Die bei weitem häufigste Form ist die, daß das Haar allmälig, gleichsam wie ein wahres Kopfhaar sich zuspitzt. Eine ausnahmsweise Gestalt ist die keulenförmige, wie in den Kiemen von Unio und nach Kölliker an der innern Oberfläche des Hodens von Planorbis corneus, obgleich in beiden Fällen durch das peitschenförmige Umschlagen und Verharren in dieser flectirten Stellung Täuschungen sehr leicht möglich werden. Solche peitschenförmig umgeschlagene Haare aus den Kiemen von Anodonta zeigt Fig. X.

Die Einfügungsstelle der Flimmerhaare an den Flimmerzellen und der wahre untere Endtheil der Wimpern sind meist nicht deutlich wahrnehmbar, weil der ringartige Rand des Cylinders die Anschauung trübt. Bisweilen jedoch erscheint es bei normalen Cylindern ziemlich deutlich, daß die Haare sich in die Tiefe hinabsenken. Bei den langen Haaren der Muschelkiemen z. B. zeigt sich an geeigneten Präparaten, daß sich die Basis des Haars

noch in die Tiefe hinein verlängert. An einzelnen mit dem Nasenschleime ausgeführten sehr hellen und mehr rundlichen Flimmerzellen am Anfange und nicht in späteren Stadien des Katharrs sahen Buhlmann und ich nicht nur die Basaltheile der meist sparsamen Flimmerhaare in die Flimmerzelle hineinragen, sondern es stellten sich auch an dem untern Ende Knöpfchen dar, welche an die Haarzwiebeln und an ähnliche Gebilde der Stacheln der Räderthiere zu erinnern scheinen. Bisweilen scheinen auch sehr helle Streifen von ihnen auszugehen. Ob diese Streifen contractile Fäden oder was sie sonst sind, läßt sich nicht entscheiden. Innere Theile in den Haaren selbst sind nicht wahrnehmbar.

Die Länge und Breite der Flimmerhaare variirt nach den Geschöpfen und den Theilen derselben, in welchen sie vorkommen. Bei dem Menschen kann man ihre Länge, wie sie in dem Gehirn vorkommt, ungefähr zu 0,00020 — 0,00025 P. Z. (1/400 Linie), in der Luftröhre und der Nase zu 0,00025 — 0,00040 P. Z. im Mittel anschlagen. Bei Thieren dagegen finden wir einzelne Beispiele weit längerer Haare, so z. B. an den Kiemen und dem Mantel von Anodonta zu 0,0006 — 0,0007 P. Z. Länge, aber auch bedeutend kürzerer Wimpern. Nach früheren Untersuchungen bestimmten Purkinje und ich die in der Thierwelt überhaupt in dieser Beziehung uns vorgekommenen Schwankungen zu 0,000075 — 0,000908 P. Z. Auch bei dem Menschen ist die Länge der Haare sehr vielen Verschiedenheiten unterworfen. Wahrscheinlich immer sind die Flimmerwimpern des Ependyma im Normale zarter als die der Schleimhäute der Nase, der Athmungsorgane und der weiblichen Geschlechtstheile.

Die Flimmerhaare selbst bilden offenbar den empfindlichsten Theil des ganzen Flimmerepithelium, denn sie werden durch kaltes, mit keinen aufgelös'ten Stoffen gesättigtes Wasser, durch Alkohol, Aether, Säuren, Alkalien und Salze, wenn diese in bedeutenderer Concentration angewendet werden, entfernt. Bei denjenigen Stoffen, welche auflösende Kräfte auf sie ausüben, verschwinden sie natürlicherweise gänzlich. Allein auch wenn sie durch die Flüssigkeit nur mechanisch abgestreift werden, gelingt es nur äußerst selten, Spuren derselben als strichförmige Haarfragmente ihrer großen Feinheit wegen zu entdecken.

Die Entwicklung der Flimmerhaare und der Flimmerzellen ist noch sehr unvollständig bekannt. Schon Grant[1]) führt von den Flimmerhaaren von Beroë pileus an, daß sie nicht einfach seien, sondern aus mehren, gleich den Gliedern einer Schwimmhaut durch eine Membran verbundenen Streifen bestehe. Kölliker glaubte an einzelnen Flimmerhaaren eine Spaltung eines primitiven Gebildes durch Längentheilung beobachtet zu haben. Allerdings sieht man nicht selten an Flimmercylindern, z. B. der Mollusken, helle an der Stelle des Haarkranzes befindliche Streifen, welche durch Längsstriche eine Längentheilung anzudeuten scheinen. Nur muß man sich hüten, nicht etwas Anderes dafür zu halten. Wenn nämlich die Bewegung stille steht und die einzelnen Haare ausgestreckt bleiben oder in flectirter Stellung verharren, so liegen sie nicht selten dicht bei einander, so daß das Ganze als Eine helle Masse erscheint, während die Grenzlinien nur durch mehr oder minder vollständige dunklere Striche angezeigt werden. Abgesehen von dieser Klippe, wäre aber die Entstehung der Flimmerhaare durch Längsspaltung dem, was wir bei der Entwicklung der Fäden des Zellgewebes, der Sehnen, der Bän-

---

[1]) Proceedings of the zoological society of London. Part. I. 1833. 8. p. 8.

der, der Muskelfasern, der Samenfaden und dgl. sehen, ganz analog. Freilich müßte dann die Entwicklung der Flimmerhaare von der der gewöhnlichen hornigen Haare sehr abweichen, was natürlich theoretisch nichts gegen sich hat. Man könnte sich in diesem Falle vorstellen, daß an dem Rande des Flimmercylinders ein ringförmiges Gebilde hevorwüchse und sich allmälig immer mehr der Länge nach theilte, bis die einzelnen Flimmerhaare hergestellt wären, oder vielleicht noch naturgemäßer folgende hypothetische Vorstellungsweise annehmen. Die obere freie Wand des Flimmercylinders erhebe und theile sich, ungefähr wie etwas Aehnliches an dem Peristomium der Moose beobachtet wird, durch einzelne Radienlinien in größere dreieckige Abtheilungen. Diese sonderten sich durch tiefer gehende Längentheilung in immer untergeordneter Streifen, bis dadurch unmittelbar oder durch Fortsetzung dieses Processes die Flimmerhaare hergestellt wären. Was nach der Bildung dieser Matrix der Flimmerhaare übrig bliebe, würde zur erwähnten trommelfellartigen Haut, die eben deßhalb ihre Dünne und ihre Empfindlichkeit behielte, verwendet werden. So plausibel diese Annahme auf den ersten Blick auch erscheint, so erläutert sie doch einerseits die Einfügung der Flimmerhaare gar nicht, während sie anderseits ein weniger klares Bild, wie etwa die Flimmerhaare bei den runden Zellen entstehen, darbietet. Diese Punkte werden durch einfaches haarartiges Hervorsprossen der Flimmerwimpern besser erklärt. Eben so unbestimmt läßt sich nach den gegenwärtigen Erfahrungen nur angeben, wie nach Losstoßung eines Flimmerepitheliums ein neues Epithelium entsteht. Das Wahrscheinlichste dürfte sein, daß die unter den Flimmercylindern liegenden Zellen das Materiale hierfür lieferten. Vergrößerten sie sich einfach, so könnten sie in ein Pflasterepithelium übergehen. Verlängerten sie sich, oder verschmelzten je zwei Zellen übereinander und verlören ihre Querscheidewände, so könnten sie sich zu Cylindern umwandeln.

Das Flimmerepithelium ist gleich den anderen Epithelien sehr leicht zeitlichen Störungen und Veränderungen unterworfen. Während seine periodischen Häutungsverhältnisse ihrer Existenz und ihren Specialitäten nach noch sehr wenig gekannt sind, so beobachten wir, meist in Folge chemischer Veränderung der Absonderung der flimmernden Membran, eine leicht eintretende Zerstörung der Flimmerhaare oder der Flimmercylinder selbst, wie z. B. durch die Ausscheidung der Menstruation und der Lochien. So sehen wir bei mitten in ihrer Embryonalentwicklung begriffenen Kaninchen das Flimmerphänomen der Gebärmutterhörner nur da, wo die Eier unmittelbar ansitzen, schwinden, in den Zwischenräumen dagegen ungestört fortdauern. So heben krankhafte Secretionsproducte das Phänomen leicht auf. Bei Catarrh einer Flimmerhaut erscheinen zuerst veränderte Flimmerzellen und fehlen später gänzlich. So bei anderen Entzündungen und organischen Degenerationen.

Durch die Bewegung der an den Flimmerzellen befindlichen Haare kommt die Flimmerbewegung zu Stande. Die Bewegungsart der Wimpern ist aber nicht überall und zu allen Zeiten die gleiche, sondern kann auch auf folgende vier Typen reducirt werden: 1) die hakenförmige Bewegung (motus uncinatus). Hier macht jedes einzelne Haar Bewegungen gleich einem Finger, welcher abwechselnd gebeugt und gestreckt wird. Bei kürzeren Haaren oder Läppchen zeigt sich bei dieser Bewegungsweise nur eine einfache Entwicklung; bei längeren dagegen, z. B. an denen der Kiemen von Anodonta (Fig. X.) bisweilen auch eine doppelte, ganz wie bei einem mit

drei Phalangen versehenen Finger. Die Realisation dieser Bewegung scheint nur denkbar, indem wir uns eine contractile, in dem Haare gelegene Substanz, oder indem wir eine analoge Einrichtung, wie durch Fingersehnen realisirt wird, uns vorstellen. 2) Die trichterförmige Bewegung (motus infundibuliformis). Hier dreht sich das Haar um seine Basis als den Mittelpunkt und beschreibt mit der Spitze einen vollständigen Kreis, so daß es im Ganzen eine Kegeloberfläche bei jeder einmaligen Drehung durchläuft. 3) Die schwankende Bewegung (motus vacillans). Hier schwankt das Haar nur mehr pendelartig von einer Seite zur andern. Endlich 4) die wellenförmige Bewegung (motus undulatus). Hier schlängelt sich das Haar, ungefähr wie ein im Wasser schwimmender Vibrio oder wie der Faden eines Spermatozoon. Von allen diesen Bewegungsarten ist die hakenförmige bei weitem die häufigste, vorzüglich wo platte oder sehr lange Flimmerhaare vorhanden sind. Daher bei fast allen Wirbelthieren, bei Gasteropoden, Muscheln und dgl. Bei den mehr rundlichen Haaren wird auch nicht selten die trichterförmige Bewegung wahrgenommen. Eben so zeigt sie sich bei den meisten Hauthaaren oder Hautstacheln der Infusorien. Die schwankende Bewegung findet sich nur, wo die Flimmerbewegung schwächer wird und selbst hier nur ausnahmsweise. Sie ist jedenfalls bei den läppchenartigen Wimpern, wenn sie hier überhaupt existirt, seltener und schwächer, als bei den mehr rundlichen, borstenförmigen. Die wellenförmige Bewegung glaubten Purkinje und ich bei unseren ersten Untersuchungen ausnahmsweise bei einzelnen Wirbelthieren gesehen zu haben. Auch sie war nur während des Aufhörens des Phänomens wahrnehmbar. Seit jener Zeit ist sie mir aber, so viel ich weiß, nicht mehr mit Bestimmtheit vorgekommen.

Der Zeitraum, in welchem ein Flimmerhaar seinen Bewegungscyclus vollendet, ist natürlich sowohl nach der Energie, mit welcher das Flimmerphänomen besteht, als nach dem Medium, welches die Flimmermembran umgiebt und als solches der Bewegung geringern oder größern Widerstand leistet, sehr verschieden. Bei reger Thätigkeit des Phänomens erfolgt das Schlagen, dessen Schnelligkeit freilich in gleichem Maaße mit der angewendeten Vergrößerung des Mikroskopes vergrößert wird, so rasch, daß die Bewegung jedes einzelnen Haares bei seiner Dünne nur schwer oder nicht genau oder gar nicht verfolgt werden kann. Je mehr die Bewegung sich vermindert, um so langsamer agiren die einzelnen Haare, so daß zuletzt eine sehr bedächtige Thätigkeit und endlich ein äußerst langsames Schwanken eintritt. Vermöge des entgegengestellten Widerstands wird die Bewegung durch dichten Schleim, Oel, Syrup und dgl. ebenfalls langsamer gemacht. Man sieht hieraus, daß die Zeitdauer der Schwingungen der einzelnen Flimmerhaare nur ungefähr anzugeben ist. Nach Krause vibriren sie (bei dem Menschen?) 190 bis 320 Mal in der Minute. An den in Wasser flimmernden Kiemen von Anodonta kam ich nur auf 100 — 150 Schwingungen in der Minute. Im Allgemeinen können wir annehmen, daß jedes Haar bei normaler Flimmerbewegung 2 — 3, seltener, wie es scheint, mehr vollendete Bewegungen in der Secunde vollenden dürfte.

Obgleich die Flimmerhaare oft längs des ganzen Umfangs des Cylinders, so weit es der Raum gestattet, dicht und gleichförmig, vertheilt sind, so werden doch ihre gegenseitigen Stellungen durch die wechselseitige Stellung der Flimmercylinder bestimmt. Während nämlich diese bei mehr ebenen Flimmermembranen ebenfalls mehr eben stehen, bei solchen dagegen, welche Colliculi darbieten, den Absenkungen der Hügel entsprechend geneig,

tere Stellungen annehmen, so stehen sie doch stets gleich den übrigen Gewebtheilen in regulären Linien, welche sich bald in der Gestalt gerader, bald in der von regelmäßigen Bogenlinien zeigen. Durch die so reguläre Stellung allein wird es möglich gemacht, daß die Flimmerbewegung, wenn alle Haare räumlich und zeitlich nach regulirten Gesetzen schwingen, reguläre Wellen, wie wir sie fast immer wahrnehmen, darstellt. Diese Regularität wird aber bisweilen, besonders bei der Verlangsamung des Phänomens dadurch gestört, daß einzelne Haare mit den übrigen räumlich oder, was noch häufiger der Fall ist, zeitlich unharmonisch schwingen oder gar schon ihre Thätigkeit eingestellt haben. Rücksichtlich der Schwingungen der neben einander befindlichen Flimmerhaare sind aber mannigfaltige Verschiedenheiten, welche auch den Totaleindruck des Phänomens mehr oder minder abändern, beobachtet worden. 1) Die in einer Linie stehenden Flimmerhaare, welche sämmtlich hakenförmig schwingen, machen ihre Flexionen und Extensionen zu gleicher Zeit und in gleicher Höhe. Es entsteht hierdurch ein vollkommen gleiches lineares Heben und Senken. Der Rand der Flimmererscheinung ist bei ebenen Flimmerhäuten mehr gerade, bei hügeligen mehr wellenförmig. Das Ganze gewährt ein eigenthümliches Ansehen, für welches ich kein ganz passendes Bild wüßte, welches man aber vielleicht noch am besten mit einem hellen, dahinwallenden, flackernden Lichtstreifen vergleichen könnte. Kleidet die Flimmermembran, welche in der eben geschilderten Weise thätig ist, ein unter dem Mikroskope übersehbares Rohr aus, so gewinnt das Ganze nicht selten eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bilde, welches sinnös geschliffene Uhrperpendikel von Glas, die sich schnell herumdrehen, oder der von der Sonne beschienene Strahl eines Brunnens gewähren. Eine gute Vorstellung von diesen Verhältnissen geben z. B. die Flimmerröhren im Innern der Branchiobdella astaci. 2) Bei flächenartiger Ausbreitung des Flimmerepithelium, Anwesenheit von Colliculis und besonders nicht zu langen und feinen Haaren, sieht man ein Rieseln von regulär sich verbreitenden Flimmerströmen, welches oft an das Wallen der Aehren eines vom Winde bewegten Kornfeldes erinnert. Diese Anschauung wird um so lebhafter, eine je größere Partie einer flimmernden Oberfläche aus der Vogelperspective und nicht von der Seite aus oder auf dem Rande stehend erscheint. 3) Sind die Härchen länger und feiner, so bleibt zwar nahe an der Substanz des flimmernden Theils ein dahinrieselnder, flimmernder Lichtstrom. Allein über diesen hinaus zeigen sich noch helle fortwährend agitirende Streifchen, die hinausragenden thätigen freien Hälften der Haare. 4) Bei der trichterförmigen Bewegung erhält das Rieseln, wenn ich mich so ausdrücken darf, eine Beimischung von Zittern. 5) Während alle bisher geschilderten Totaleindrücke eine mehr oder minder gleichartige und gleichförmige Bewegungsart voraussetzten, so zeigen sich bei ihnen noch gewisse Specialmodificationen, sobald eine ungleichartige Thätigkeit benachbarter Haarpartien eintritt. Schon das oben erwähnte, dem eines bewegten Kornfeldes ähnliche Wallen wird, wenn nicht vielleicht gar erzeugt, doch wenigstens dadurch wesentlich begünstigt, daß benachbarte Haarpartien sich beugen, während andere sich emporheben. Wie aber hier ein flächenhaftes Wallen hervorgebracht wird, so entsteht bisweilen an den umgeschlagenen Rändern der Flimmermembranen ein lineares Wallen[1]), indem successive von Härchen zu Härchen ein immer

---

[1]) S. die schematische Abbildung in Nov. Act. Ac. N. C. Voll. XVII. P. II. Tab. LXV. Fig. 9. R. Wagner Icones physiologicae. Hft. 3. Tab. XXX. Fig. 12.

größerer Grad von Biegung oder von Streckung stattfindet. Eben so kann sich local ein Zittern einstellen, sobald die Härchen aus der trichterförmigen Bewegung in die schwankende übergehen und dgl. Endlich 6) zeigt sich, wenn die Haare circulär stehen und sowohl der Zeit wie dem Raume nach auf eine reguläre Art successiv schwingen, das optische Phänomen eines drehenden Rades, wie bei dem Räderorgan der Räderthiere, den fingerförmigen Figuren in der Rachenhöhle von Branchiostoma und dgl. Daß alle diese optischen Totaleffecte der Bewegung von der Richtung derselben wesentlich verschieden sind, versteht sich von selbst.

Da die Flimmerhaare die umgebende Flüssigkeit ruderartig schlagen, so erregen sie in dieser Wellen und Strömungen, welche der Flexionsrichtung der Härchen entgegengesetzt und mit der Extensionsrichtung derselben gleichlaufend sein werden. Dadurch werden aber zwei Arten von Bewegungen hervorgerufen werden: 1) Es entstehen in der umgebenden Flüssigkeit reguläre, den regelmäßigen Stellungen und Thätigkeiten der Härchen entsprechende Wellen und Strömungen. Partikelchen, welche in der umgebenden Flüssigkeit schwimmen, Kohlenstaub, Pigmentmolecüle, Blutkörperchen, Epithelialfragmente und dgl., werden mehr oder minder rasch längs des Flimmerrandes dahin schwimmen, bald ihm zueilen, bald von ihm entfernt, gleichsam abwechselnd von ihm angezogen und abgestoßen werden. Da diese Phänomene sehr oft leichter als die Flimmerhaare und der Flimmerrand wahrgenommen werden können, so erklärt sich hieraus, weßhalb einzelne Beobachter diese Erscheinungen allein wahrnahmen und weßhalb dieselben oder andere Forscher bei dem Mangel der Wahrnehmung der Flimmerbewegung und vorzüglich der Flimmerhaare als Ursache der Erscheinung eine eigenthümliche Anziehung und Abstoßung annehmen zu müssen glaubten. So sahen Steinbuch bei verschiedenen Theilen und vielleicht selbst dem Gehirne der Froschlarven, Czermack an den Kiemen des Proteus, R. Wagner an den Lungen der Frösche solche Attractions- und Repulsionsphänomene, ehe ausgedehntere Studien über das Flimmerepithelium bekannt waren. Damit aber diese regulären Einflüsse auf die umgebende Flüssigkeit allein und nicht zugleich Ortsveränderungen des flimmernden Körpers zu Stande kommen, muß dieser durch Größe und Befestigung an unbewegliche Theile mehr Widerstand leisten, als durch die Flimmerbewegung Stoßkraft zum Fortschreiten verursacht wird. Daß dieses bei den in natürlicher Lage fixirten Flimmermembranen der meisten Thiere von irgend bedeutender Größe der Fall sei, versteht sich von selbst. 2) Wenn der flimmernde, sei es von Natur oder durch künstliche Trennung, frei im Wasser schwimmende Körper jenen oben erwähnten Widerstand nicht leisten kann, so muß er selbst im Ganzen dem durch die Flimmerbewegung gegebenen Impulse nothwendig folgen und nach Maßgabe seiner Gestalt und der Form und Stärke des flimmernden Epitheliums bald linear, bald flächig, bald kreisförmig, bald schraubenartig, oft in gemischten Linien vorschreiten. Aus diesem Grunde sehen wir selbst verhältnißmäßig größere losgeschnittene Stücke von flimmernden Häuten allmälig dem eingestellten Faden des Schraubenmikrometers und später sogar dem Gesichtsfelde des Mikroskopes entweichen. Deßhalb schwimmen kleinere Stücke lebhaft fort, drehen sich spiralig um ihre Axe, tanzen in spiraligen oder anderen Bahnen herum und dgl. mehr. Aus dieser Ursache erfolgt die Rotation der Eier und Embryonen, der Jungen und selbst der Erwachsenen vieler niederen Thiere u. dgl. mehr. Es bedarf kaum der besondern Erwähnung, daß die Schnelligkeit aller dieser Bewegungen, sowohl der umge-

benden Flüssigkeit, als, wenn sie stattfindet, des flimmernden Theils selbst um so größer erscheint, je stärker die Mikroskopvergrößerung ist. Man sieht leicht, daß auch sie an und für sich sehr vielen Verschiedenheiten unterworfen ist. Purkinje und ich fanden, daß ein und dasselbe Kiemenstück durch seine eigene Flimmerbewegung in dem umgebenden Wasser in der ersten Minute um $\frac{1}{124}'''$, in der zweiten um $\frac{1}{41}'''$, in der dritten um $\frac{1}{58}'''$ von der Stelle rückte. Natürlicherweise geben diese Zahlen noch keinen Begriff, weil die Schwere und der Widerstand des Kiemenstücks als unberechnete Factoren von wesentlicher Bedeutung sind und die Frage insofern nur von praktischem Interesse ist, als es sich handelt, die Geschwindigkeit, mit welcher Theile längs einer flimmernden Haut hinströmen, zu finden. Um in dieser Beziehung einen ungefähren Begriff zu erhalten, wurde an den lebhaft flimmernden Kiemen von Anodonta eine bestimmte Entfernung mit dem Mikrometer abgemessen, hierauf in einer Reihe von Versuchen mittelst einer Secundenuhr durch einen Gehülfen die Zeit, während welcher immer eines der hellen Molecüle, welche stets in dem Schleime vorhanden sind, die gemessene Distanz den Flimmerhaaren so nahe als möglich durchlief. Es ergab sich als Mittel von zwei Beobachtungsreihen der Art, daß zur Fortbewegung dieser Molecüle in einer Entfernung von 1 Zoll Länge ungefähr 4 Minuten nöthig sind. Die Schwankungsgrenzen konnten als 2 bis 6 Minuten angenommen werden. Entfernter dahinströmende größere Molecüle hatten natürlich eine weit geringere Schnelligkeit. Ich kam hier im Mittel auf ungefähr 11 Minuten innerhalb der linearen Weite eines Pariser Zolles. Man sieht leicht ein, daß diese Angaben gleich denen von Weber gemachten ähnlichen Mittheilungen über die Geschwindigkeit des Blutlaufs in den Capillaren nur sehr vag und unbestimmt sind. Denn abgesehen von den Variationen der Geschwindigkeit selbst, bildet die Größe, die Schwere und dgl. der Molecüle selbst ein sehr wesentliches Moment. Auch ist die Schnelligkeit nach den Stellen eine sehr ungleiche. Denn wenn a Fig. XI. eine Abtheilung der Muschelkieme ist, so bezeichnet b c d die Bahn eines angezogenen und abgestoßenen Körperchens. In b wird die Geschwindigkeit, je mehr es sich dem Flimmerrande selbst nähert, um so mehr zunehmen, bei c ihr Maximum erreichen und in d im Verhältniß zur Entfernung abnehmen. Die wahre durch die Flimmerbewegung bedingte Schnelligkeit fände bei c statt. Die letztere wäre daher noch größer, als sich nach dem oben angegebenen geringsten Zeitwerthe berechnen ließe. Die Geschwindigkeit dagegen, mit welcher Schleim und andere organische Theile längs der flimmernden Haut hinströmen, dürfte mehr zwischen 4 Minuten und 11 Minuten das Mittel halten, also etwa zu 6 — 7 Minuten für 1 Zoll Länge ungefähr anzuschlagen sein.

Bei allen Flimmermembranen, welche nicht bloß von der Fläche und aus der Vogelperspective, sondern von einem, sei es von selbst sich darbietenden oder durch künstliche Umschlagung erzeugten Rande beobachtet werden, erscheint, während das Phänomen in Thätigkeit ist, längs des Randes und vor den pallisadenartig stehenden Cylindern ein wallender flimmernder Streif, den man mit dem Namen des Flimmerrandes oder der Flimmersphäre (Crepido vibratoria) bezeichnet hat. Bei schwacher Vergrößerung, bei sehr feiner Haarbildung und lebhafter Bewegung, bei geringerer Uebung in der Erkenntniß der feineren Elemente des Flimmerepithelium erscheint er einförmiger. Bei durchfallendem Lichte des Mikroskops ist er einem hellen, dahinwallenden Lichtstreife ähnlich. Bei stärkeren Vergrößerungen mischen sich in sein Bild die Formen der Flimmerhaare um so eher, je langsamer

die Bewegung und je größer die Beschattung ist. Hierbei sieht man dann entweder innerhalb des Flimmersaumes die einzelnen Cilien mehr oder minder als Streifen durch, oder es erscheinen unten ein rieselnder heller Streif, dann die agitirenden Härchen und hierauf die Wellen des umgebenden Wassers oder der erste Theil fehlt, während die beiden anderen zum Vorschein kommen. Der vorletzte Fall erklärt es, weßhalb bei Abbildungen, welche eine möglichst getreue Darstellung der in Thätigkeit begriffenen Flimmerbewegung und nicht der anatomischen, nach dem Stillstehen gezeichneten Elemente geben sollen, über den Epithelialcylindern ein heller Streif und dann erst die Flimmerhaare angegeben wurden. Es erhellt aber aus dem Dargestellten von selbst, daß dieser sogenannte Flimmerrand etwas Complicirtes und in seiner Breite oder Höhe nicht immer mit der Länge der Flimmerhaare identisch ist. Er bildet gewissermaßen, wenigstens in einiger Beziehung den Ausdruck für den Thätigkeitsgrad des Flimmerphänomens. Seine Breite oder Höhe ist nach den Thieren, den Theilen und den Thätigkeitsintensitäten der Flimmerhäute sehr verschieden. Bei einer Reihe von Messungen, welche Purkinje und ich an Thieren aus den verschiedenen Klassen, die in dem Innern des europäischen Continents frisch zu haben sind, anstellten, fanden wir 0,00012 P. Z. als Minimum und 0,0006 P. Z. als Maximum. Sehr kleine Werthe ergaben z. B. die Schleimhaut am Ende des Pharynx und die der Lungenhöhle von Emys europaea, die der Mundhöhle und des Kehlkopftheils der Feuerkröte, die des Fußrandes und die Darmschleimhaut von Limnaeus stagnalis, die äußere Körperoberfläche von Paludina vivipara, sehr große ergaben viele der Flimmerhäute der Natter, die der Eustachischen Trompete des Frosches, die rotirenden Molluskenembryonen, der Darm der Muscheln und dgl. mehr. Bei dem Menschen, den Säugethieren und den Vögeln haben wir mehr Mittelwerthe des Flimmerrandes. Bei manchen Säugethieren, z. B. dem Meerschweinchen, scheint er von dem Anfange der Luftröhre bis zu den Lungenbläschen an Größe zuzunehmen. Bei dem Menschen beträgt er 0,0002 — 0,0004 P. Z.

So lange das Flimmerepithelium in seiner Integrität vorhanden ist, dauert auch, so viel wir wissen, die Bewegung fort. Denn jede unter jenen Verhältnissen unter das Mikroskop gebrachte Flimmermembran zeigt die Bewegung, sobald nur keine äußeren störenden Einflüsse einwirken und entweder die Flimmerhaare oder diese und die Flimmercylinder vernichten, oder wie z. B. die Kälte durch Erstarrung, wenn selbst noch jene beiden Elemente existiren, hemmend auftreten. Dieser Ausspruch gilt aber nicht bloß für die Zeit, während welcher der Mensch oder das Thier lebt, sondern auch für eine kürzere oder längere Periode nach dem Tode. Diese Eigenthümlichkeit, welche dem Flimmerphänomen eine so exceptionelle Stellung von den übrigen Bewegungsarten verleiht, verdankt sie dem Umstande, daß sie nicht direct und unmittelbar von dem Blutgefäß- und dem Nervensysteme abhängt, daß ihre Thätigkeit nicht an die Integrität einer mehr oder minder ausgedehnten Flimmermembran, sondern nur local an die jeder einzelnen Flimmerzelle gebunden ist, und daß auch alle Agentien nur locale, ihren Applicationsstellen entsprechende Wirkungen besitzen.

1) Die Flimmerbewegung hängt nicht direct, gleich den musculösen und contractilen Bewegungen des thierischen Körpers, von der fortwährenden Zuströmung neuen, vorzüglich arteriellen Bluts ab. Unterbinden wir die Bauchaorta, so tritt, trotz der Integrität der Nerven, lähmungsartige Schwäche der unteren oder hinteren Extremitäten ein. Mit Wiederherstel-

lung der Zuströmung des Bluts hebt sich dieses Symptom wiederum. Eine flimmernde Membran dagegen wird in ihrer Thätigkeit durchaus nicht gestört, sobald wir den Blutfluß zu ihr momentan stören oder durch Isolation von den unter ihr liegenden Schichten aufheben. So lange ihre Theile vor Erstarrung, Vertrocknung und der Einwirkung chemisch zerstörender Kräfte geschützt sind, so lange dauert ihre Thätigkeit ungehindert fort. Die Muskelkraft erlischt, sobald nur venöses Blut zugeführt wird, und wird schwächer, sobald gemischtes Blut anhaltend zuströmt. Für die Flimmerbewegung erscheinen auch solche Modificationen gleichgültig.

2) Das Flimmerphänomen steht in gleicher Art in keiner directen Abhängigkeit von dem Nervensysteme. Hier ist der definitive Beweis etwas schwieriger zu führen. Daß die heftigsten narkotischen Gifte, wie Strychnin, Morphin, Blausäure und dgl., wenn ihre Lösungen keine chemisch zerstörenden Kräfte haben, die Flimmerbewegung nicht afficiren, kann nicht, wie Joh. Müller richtig bemerkte, als Beleg angeführt werden, weil jene Stoffe, wenn sie local auf den isolirten Nerven applicirt werden und nicht in den Kreislauf übergehen, auch in Betreff der Nerven- und Muskelreizbarkeit effectlos bleiben. Dagegen deuten schon die Umstände, daß losgelös'te Flimmerhäute Stunden und Tage lang thätig sein, daß z. B. einige wenige Flimmerzellen des Menschen zwischen zwei Gasplatten wohl verschlossen 24 — 36 Stunden fortflimmern können, daß bei Schildkröten z. B. nur die Fäulnißauflösung die Wochen lang bestehende Flimmerbewegung stört, daß bei allen Thieren die Irritabilität des Flimmerphänomens die der Muskeln in ihrem zeitlichen Verharren nach dem Tode übertrifft, darauf hin, daß der Einfluß des Nervensystems entweder Null oder nur sehr entfernt ist. Noch beweisender ist folgender Versuch. Man schneide aus einem frisch getödteten Frosche Hirn und Rückenmark so sorgfältig als möglich heraus und überlasse ihn in heißen Sommertagen der Einwirkung der Luft. Durch die binnen wenigen Tagen eintretende fast vollständige Verdunstung des Wassers, welche seinen Körper durchdringt, durch das Fortgehen von Wasser und Kohlensäure und vielleicht auch von Ammoniak, welches in Folge seiner Fäulniß stattfindet, nimmt er an Volumen dergestalt ab, daß er fast einem starren, von Haut überzogenen Skelette gleicht. Daß unter diesen Verhältnissen von keinem directen Einflusse des Nervensystems mehr die Rede sein kann, versteht sich von selbst. War aber die Mundhöhle verschlossen und so vor dem Vertrockenen geschützt, so erhält sich auch die Flimmerbewegung in ihrer vollkommensten Integrität. Ja sie findet sich auch noch an Stellen, welche schon in Folge der Fäulniß erweicht zu werden beginnen. Ein schon aus dem Gesagten sich von selbst ergebendes Corollarium bilden endlich die Thatsachen, daß Reizung der Nervenstämme, welche in einer flimmernden Haut endigen, keinen wahrnehmbaren Einfluß auf das Phänomen hat und daß Durchschneidung derselben dieses, so weit die bisherigen Beobachtungen reichen, nie aufhebt, während die nach der gleichen Operation im Anfange bestehende Muskelreizbarkeit in gleichem Grade, als organische Veränderungen in dem untern Nervenstumpfe und den von ihm versorgten (quergestreiften) Muskelfasern eintreten, verringert wird und endlich aufhört.

Fassen wir aber die Verhältnisse scharf ins Auge, so läßt sich eine absolute Unabhängigkeit der Flimmerbewegung von Blutgefäß- und Nervensystem nicht definitiv beweisen. Die Thätigkeit der Flimmercilien steht in dieser Beziehung den selbstständigen Bildungs- und Entwicklungserscheinun-

gen der Gewebe und Gewebtheile bei der Ernährung [1]) durchaus parallel. Das Blut liefert nur die Ernährungsflüssigkeit. Aus ihr entnimmt jeder Gewebtheil die Stoffe, welche er nöthig hat und nach selbstständigen Gesetzen verarbeitet. Das Nervenfluidum liefert vielleicht, wie es wenigstens noch denkbar ist, überall ein allgemeines Agens, das nach Verschiedenheit der Gewebe, zu welchen es geleitet wird, verschieden verarbeitet wird und different zur Erscheinung kommt, ungefähr wie derselbe elektrische Strom hier mehr Licht, dort mehr Wärme, hier mehr Magnetismus, dort mehr chemische Zersetzung bedingt. Während wir bei den selbstständigen Ernährungserscheinungen eine in ihren allmähligen Uebergängen mehr insensible, nur in ihren größeren Resultaten übersichtliche Bewegung haben, zeigt uns die Flimmerbewegung neben ihrer Stoffbewegung eine bis auf den gleichen Grad unabhängige Bewegung von Formtheilen, der Cilien nämlich. Sie bedarf aber auch der Feuchtigkeit, welche meist von der Ernährungsflüssigkeit geliefert wird. Ja gehen wir von der Ansicht aus, daß je mehr ein Organ in Thätigkeit, in Kraftentwicklung begriffen ist, um so mehr verzehrt, um so mehr Ersatz an neuen Stoffen nöthig wird, so müßte gerade bei den Flimmermembranen eine sehr rege Ernährungsmetamorphose stattfinden. Nun lehren die anatomischen Verhältnisse, daß der morphologische Wechsel der Flimmerzellen keineswegs sehr bedeutend und z. B. geringer, als der der Oberhautzellen ist. Es muß daher jene Metamorphose nicht sowohl eine morphologische, als eine moleculare sein [2]), und es ließe sich z. B. hiernach erwarten, daß eine Flimmermembran mehr Kohlensäure und Wasser ausscheide, als eine nicht flimmernde Haut. Es ließe sich hieraus positiv schließen, daß eine Flimmerhaut mehr Ernährungsflüssigkeit verbrauchen muß, wenn nicht die lange Dauer des Phänomens nach dem Tode und an losgelö'sten Stücken einer solchen Schlußfolge bedeutende Schwierigkeiten entgegensetzte. In Betreff des Nervensystems sind aus Mangel an objectiver Kenntniß klare Vorstellungen noch unmöglich. Entweder sind die Bildungsverhältnisse der Gewebe bei dem Ernährungs- und Wachsthumsprozesse, wie die Flimmerbewegung, von dem Einflusse des Nervensystems total unabhängig und die Einflüsse des letzteren auf die ersteren würde nur durch den dem Blutgefäßsysteme gegebenen Impuls dadurch, daß eine andere Ernährungsflüssigkeit dargereicht wird, bedingt. Oder beide bedürften einer von dem Nervensysteme ausgehenden Ladung, welche bei den Wachsthumserscheinungen und der Flimmerbewegung sehr lange anhielte, ungefähr wie ein durch einen elektrischen Strom magnetisirtes Eisen seinen Magnetismus noch Tage und Wochen lang nach dem Aufhören des erstern in gewissen Fällen beibehalten kann. Obgleich unser Wissen hier noch durchaus lückenhaft ist, so lassen sich, wie sich bei genauer Betrachtung ergiebt, mehr Wahrscheinlichkeitsgründe für die erstere als die letztere Hypothese anführen.

3) Das Flimmerphänomen ist eine auf die einzelnen Flimmercylinder localisirte Erscheinung. Wie schon beiläufig mehrfach bemerkt wurde, erfordert es nicht die Integrität der ganzen Flimmermembran, daß das Phänomen verharre, sondern einzelne Theile derselben, ja eine vereinzelte Flimmerzelle kann isolirt ihre Thätigkeit ungestört fortsetzen, obgleich allerdings unter sonst gleichen Verhältnissen und bei Befeuchtung mit Wasser die Agitation der Härchen an Einem Cylinder meist früher, als an einer noch an ein-

---

[1]) S. d. Art.
[2]) S. d. Art. Ernährung.

ander gefügten Gruppe derselben aufhört, weil wahrscheinlich im erstern Falle das früher oder später vernichtende Wasser mehr allseitig und energischer einwirkt. Da jedoch dieses von zufälligen Nebenverhältnissen abhängt, so ereignet es sich auch nicht selten, daß wir unter einer größern Zahl von Fragmenten einer Flimmermembran größere Gruppen von Zellen, während kleinere noch fortschwingen, schon ruhen sehen. In einer und derselben Zelle können schon einzelne Haare still stehen, während sich andere noch bewegen. Dagegen hat man bis jetzt noch nicht wahrgenommen, daß von ihren Cylindern losgelös'te Haare Bewegungserscheinungen darboten — ein Umstand, der, wenn er unbezweifelbar wäre, darauf hindeuten würde, daß der Bewegungsgrund nicht in dem Haare selbst, sondern in oder an dem Wurzeltheile desselben innerhalb der Flimmerzelle liegt. Diese specielle Localisation liefert auch einen definitiven factischen Beweis für die Ansicht, daß die Thätigkeiten der einzelnen Gewebtheile in ihrer Specialität von den allgemeineren Einwirkungen des Bluts und des Nervenfluidum unabhängig seien — eine Meinung, welche durch embryonale Entwicklung und die Ernährungserscheinungen der Gewebe ihre Bestätigung und Vervollständigung gefunden hat.

4) Diese dynamische und räumliche Unabhängigkeit des Flimmerphänomens bedingt endlich sein langes zeitliches Bestehen nach dem Tode. Da es durch das Aufhören des Kreislaufes und der Strömung des Nervenfluidum nicht direct afficirt wird, so kann es nach dem Stillstehen des Lebens erst dann seine Grenze finden, wenn physikalische Einwirkungen, wie z. B. Kälte oder chemische Agentien, z. B. Fäulnißflüssigkeiten, dasselbe stören. Daher wir es bei dem Menschen und den Thieren, sobald wir solche Einflüsse abhalten, noch lange in seiner Integrität erhalten können. Welches in dieser Beziehung das Maximum sei, läßt sich natürlicherweise nicht bestimmen. Auch scheint die Empfindlichkeit eine sehr verschiedene zu sein. Bei warmblütigen Thieren z. B. wirkt die Kälte sehr mächtig ein. Bei Reptilien dagegen kann das Phänomen bis zu der durch Fäulniß bewirkten Zerfließung anhalten. Fische erscheinen schon wieder empfindlicher und dgl. mehr. Bei Schildkröten sahen z. B. Purkinje und ich das Phänomen in der Mundschleimhaut noch 9, in der Luftröhre und in den Lungen 13, in der Speiseröhre 15 Tage nach dem Tode, während der Herzschlag 1½, die Reizbarkeit der willkürlichen wie der unwillkürlichen Muskeln 7 Tage nach der Enthauptung anhielt. Bei Fröschen bleibt unter günstigen Verhältnissen die Flimmerbewegung 4 — 5 Tage nach der Enthirnung im Sommer sichtbar. Bei dem Menschen und den Säugethieren dürfte sie sich selbst unter Anwendung von Vorsichtsmaßregeln kaum je länger als 2 Tage, in dem bei weitem meisten Fällen eine viel kürzere Zeit erhalten. Nur das so versteckt gelegene Flimmerepithelium des Ependyma des centralen Nervensystems bildet in dieser Beziehung eine Ausnahme. Das beste, in dieser Hinsicht bis jetzt bekannte Conservationsmittel ist das Aufbewahren in Blut vorzüglich desselben Thiers. Hierdurch wird bei dem Menschen und den Thieren selbst die Einwirkung der Kälte wenigstens theilweise paralysirt.

Mit Ausnahme der Effecte niederer Wärmegrade bleiben die Einwirkungen der physikalischen Agentien auf die Flimmerbewegung, so lange sie sich nicht mit chemischen Kräften verknüpfen, fast vollkommen Null. Mechanische Erschütterung hat auf die lebhafte Flimmerbewegung keinen sehr merklichen Einfluß, verstärkt sie aber, wenn sie schwächer ist, auf eine merkliche Weise — eine Sache, die man, wenn das Phänomen schwächer zu werden

beginnt, sieht, die aber von Sharpey in Abrede gestellt wird. Ohne Störung geht sie unter schwächerem wie unter stärkerem Luftdrucke vor sich, gleichwie aus leicht begreiflichen Gründen auch die Capillarcirculation des Bluts nach den Beobachtungen von Poiseuille unter einem Drucke von mehren Atmosphären keine wesentliche Störung erleidet. Das Flimmerphänomen verbleibt ohne Unterschied der Lichtintensität, im Sonnenlichte, im Schatten und im Dunkeln in gleicher Art. Höhere Temperaturgrade, welche auf das Flimmerepithelium zerstörend wirken, heben natürlicherweise auch die Bewegung auf. Bei ganz hoher Wärme vertrocknet und verkohlt endlich das Epithelium. Bei Temperaturen, welche sich denen des kochenden Wassers nähern, fallen die Haare ab, die Cylinder trennen sich von einander und gerathen in die umgebende Flüssigkeit. Nächst niedere Wärmegrade werden um so schwerer ertragen, je längere Zeit die Flimmermembran von ihnen afficirt wird. Purkinje und ich fanden z. B., daß Flimmerhäute der Säugethiere und der Vögel ohne Störung des Phänomens momentan in Wasser von 81° C getaucht werden konnten, während eine längere Einwirkung zerstörend wirkte. Kiemenstücke von Unio konnten ohne Nachtheil ½ — 2 Minuten in Wasser von 44 — 41° C. gehalten werden. Während auf diese Art die Flimmerhäute kaltblütiger Thiere gegen höhere Wärmegrade minder empfindlich erscheinen, ist es auffallend, wie leicht das Flimmerphänomen der warmblütigen Geschöpfe durch niedere Temperatur afficirt wird. Purkinje und ich fanden schon, daß die einer Temperatur von 6° C. ausgesetzte Luftröhre eines Kaninchens ihr Flimmerphänomen verloren hatte. Man kann leicht an Stücken von Hausthieren, die man vom Schlachthofe kommen läßt, die Erfahrung machen, daß sie, während sie im Sommer vor Vertrocknung geschützt, noch einige Stunden nach dem Tode lebhaft flimmern, im Winter das Phänomen innerhalb einer Stunde nach dem Lebensende nicht mehr darbieten, ja bei strenger Kälte dasselbe schon während des kurzen Transportes vom Schlachthofe nach dem Untersuchungslocale verlieren. Dieser Umstand wird noch um so auffallender, als nach den Erfahrungen von Purkinje und mir ein im Winterschlafe begriffener Igel ungestörte Flimmerbewegung darbietet. Daß die Kälte kein absolutes Hinderniß sei, lehrt die Thatsache, daß, während die Bewegung bei warmblütigen Geschöpfen zwischen 6 — 12° C in der Regel aufhört, vor Kälte erstarrte Frösche und eingefrorene oder im Schnee aufbewahrte Muscheln das Phänomen ungestört bewahren. Ist die Kälteerstarrung eingetreten, so stehen die Cilien zuerst steif wie die Pallisaden neben einander. Später treten die gewöhnlichen Zerstörungsphänomene, vorzüglich das Abfallen der Haare und das Heraustreten der Kerne ein. Ein vor Kälte erstarrtes Flimmerepithelium kann in der Regel durch Wiedererwärmung tur nicht wieder zum Leben gebracht werden. Die gewöhnliche Elektricität bleibt, wie sich wegen des geringen Einflusses des Nervensystems theoretisch erwarten läßt, ohne Erfolg. Purkinje und ich leiteten mit Hülfe einer Leidener Flasche starke elektrische Schläge durch eine Muschel, ohne daß ihre Flimmerbewegung im geringsten verändert wurde. Der Galvanismus hat nur insofern Effect, als er mit thermischen und elektrolytischen Wirkungen verknüpft ist. Applicirt wir die Elektroden einer 10 bis 20paarigen Voltaischen Säule an eine Flimmerhaut, so finden wir nur da, wo chemische Zersetzung eintritt (also zunächst an den Applicationsstellen und in deren Nachbarschaft) oder wohin sich die zersetzte Flüssigkeit verbreitet und corrodirend wirkt, Stillstand der Flimmerbewegung, während die unverletzten

Härchen der Cylinder benachbarter Punkte ungehindert fortschwingen. Eine allgemeinere Wirkung kommt nie zum Vorschein. Da nur die elektrolytische (und die thermische) Kraft entscheidet, so sind auch hier im Allgemeinen directe Ströme schädlicher, als inducirte. Der magnetische Strom (sobald kein elektrischer mit ihm verbunden ist) hat hier, wie bei den meisten übrigen Phänomenen des thierischen Körpers gar keine Wirkung.

Aus dem schon Angeführten ergiebt sich von selbst, daß alle Körper, welche irgend chemisch in die Constitution der Flimmerbewegung eingreifen, das Phänomen, so weit die einzelnen Flimmerzellen von dem Reagens ergriffen werden, zerstören, daß aber keinem einzigen Körper mit irgend einem Rechte eine Actio in distans in dieser Beziehung zugeschrieben werden kann. Nur die concentrirten Lösungen von Blausäure, die übersättigten Solutionen von Aloë- und Belladonnaextract, von Catechu, Moschus, Mimosenschleim, die Lösungen des essigsauren Morphins, den Wasserauszug des Opiums, die Solutionen von Salicin und Strychnin, so wie die Abkochung von Capsicum novum fanden Purkinje und ich ohne allen augenblicklich hemmenden Einfluß auf die Flimmerbewegung. Eine übersättigte Lösung von Chlorbaryum hob die Bewegung erst nach 20 Minuten auf. Bei anderen Stoffen von energischerem Einflusse steht die Größe der Zeit, innerhalb welcher der Stillstand des Phänomens erfolgt, aus leicht begreiflichen Gründen in umgekehrtem Verhältnisse zu dem Concentrationsgrade. In 100000facher Wasserverdünnung wirkte keiner der von uns geprüften Körper. Essigsäure, kaustisches Ammoniak und Chlorspießglanz hemmten noch in 10000facher, Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure, Grünspanlösung, Solution von salpetersaurem Silberoxyd, Brechweinstein in 1000facher, Benzoesäure, Kleesäure, Holzessigsäure, verdünnte Schwefelsäure der preußischen Pharmacopoe, Schwefeläther, schwefelsaures Eisenoxyd, doppelt kohlensaures Kali, Jodkalium, weinsaures Kali, schwefelsaures Zink und Zucker in 100facher, und Alkohol, Kalialaun, Chlorammonium, Kalkwasser, Chlorbaryum, schwefelsaure Lösung von schwefelsaurem Chinin, Kirschlorbeerwasser, Bromkalium, Cyankalium, einfach schwefelsaures Kali, Mixtura camphorata, Chlornatrium, empyreumatisches Oel, essigsaures Bleioxyd in 10facher Wasserverdünnung nach kürzerer oder längerer Zeit. Kreosotwasser und Lösungen von schwefelsaurem Chinin und salzsaurem Veratrin, so wie der Aufguß von Radix pyrethri zeigten sich früher oder später nur in ganz concentrirtem Zustande wirksam[1]). Wenn Sharpey[2]) fand, daß Blausäure und Lösung von salzsaurem Morphin die Bewegung aufhoben, so dürfte dieses in frembartigen Beimischungen dieser Reagentien oder chemischen Zersetzungen vielleicht seinen Grund gehabt haben. Mit Recht bemerkt auch dieser Beobachter, daß das Flimmerphänomen der Kiemen der Froschlarven in destillirtem, in ausgekochtem Wasser, in solchem, welches mit Kohlensäure gesättigt ist, ungestört fortdauert. Daß Blut der Wirbelthiere das beste Erhaltungsmittel der Flimmerbewegung der gleichartigen Geschöpfe sei, ist schon früher erwähnt worden. Auf die Flimmerbewegung der Muscheln wirkte es nach unseren früheren Erfahrungen vernichtend. Doch habe ich seit jener Zeit mehrfache Ausnahmen beobachtet. Die hemmende Wirkung der Galle dürfte vorzüglich durch ihr Alkali bedingt werden.

Ist die Flimmerbewegung einmal vollständig durch Eintrocknen, Kälte,

---

[1]) S. das Nähere in unserer Schrift de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii p. 74 — 76.

[2]) Todd Cyclopaedia Tom. I. p. 634.

chemische Reagentien zur Ruhe gebracht worden, so gelingt es nicht, dieselbe wieder zu erregen. Beginnende Erstarrung kann durch Wärme und mechanische Erschütterung hin und wieder entfernt werden. Wenn bisweilen scheinbar eingetrocknete Theile noch flimmern, so rührt dieses davon her, daß eine durch die Bewegung vor dem Austrocknen mehr bewahrte Flüssigkeitsschicht an der Flimmerfläche übrig geblieben ist.

Wie die Ursache, so ist uns auch der Zweck des Flimmerphänomens noch gänzlich unbekannt. Das Nächste wäre, ihm einen mechanischen Nutzen zuzuschreiben. Die Bewegung der Härchen erzeugt eine Strömung in der umgebenden Flüssigkeit, und kann so flüssige und feste Körper vorwärts treiben. Die Richtung der Strömung ist auch, wenigstens in einzelnen nicht seltenen Fällen, mehr oder minder dadurch bestimmbar, daß man kleine Molecüle von Dinte, Indigo u. dgl. durch sie forttreiben läßt. Purkinje und ich fanden sie in den Endtheilen des Fußes und dem Darme der Muscheln von vorn nach hinten, in den Seitentheilen der Kiemen derselben von außen nach innen, in den Kiemen der Froschlarven von innen nach außen, in den Athmungsorganen der Henne von außen nach innen und umgekehrt in dem Eileiter desselben Thiers. Sharpey, welcher sich häufiger mit der Untersuchung der Richtung der Bewegung beschäftigte, fand sie an den unteren Muschelbeinen des Kaninchens nach vorn, in der Kieferhöhle gegen deren Ausmündung hin, in der Luftröhre eines jungen Hundes nach oben, in der Mundhöhle und dem Pharynx der Frösche und an der Haut des Embryo derselben von vorn nach hinten, an den Kiemen der Froschlarven von außen nach innen u. dgl. Müller und Retzius bestimmten bei Branchiostoma lubricum die Direction der Bewegung in der Kiemenhöhle und dem Verdauungscanale von vorn nach hinten. Ob solche Richtungen allgemein und constant sind, wie sich aus der Bestimmung der einen Seite der Haare als Flexions-, der andern als Extensionsseite vermuthen läßt, oder nicht, ist noch nicht durch definitive Untersuchung mit Sicherheit festgestellt. An den Nebenkiemen der Muscheln sahen Purkinje und ich ein Phänomen, welches ich später noch mehrfach auch an den Kiemen dieser Thiere wahrgenommen habe. Nachdem eine Reihe von Haaren eine Zeit lang gleichförmig und in einer bestimmten Richtung geschwungen, wendet sie sich plötzlich, mit einem Ruck und ebenfalls gleichförmig, gleich einer schwenkenden Colonne Soldaten, nach der entgegengesetzten Richtung, schwingt nun nach dieser Direction und kehrt nicht selten durch einen neuen, ähnlichen, gleichförmigen, aber entgegengesetzten Ruck zur alten Schwingungsrichtung wieder zurück. In der Regel hat die Colonne vorn und hinten scharfe Grenzen, während dicht neben diesen befindliche Haare mehr selbstständig ungestört fortschwingen. Abstrahiren wir nun von solchen Fällen, welche wahrscheinlich auch bei anderen thierischen Theilen nicht so gar selten vorkommen dürften, und setzen wenigstens für eine bestimmte Zeit eine Constanz der Strömungsrichtung voraus, so liegt die Vorstellung, daß die Flimmerbewegung als Beförderungsmittel der Secrete diene, sehr nahe. So stellte man sich vor, daß sie Nasenschleim gegen die äußere Nasenmündung, Thränen gegen die Nasenhöhle, Luftröhrenschleim gegen den Kehlkopf, Samen gegen den Eierstock hin u. dgl. fortführe. Eine bestimmtere Stütze dieser Ansicht bilden die eileiterlosen Salmonen und Knorpelfische, welche dafür an dem Bauchfelle mit Flimmerhaaren besetzt sind, obgleich diese so zart erscheinen, daß sie Mühe haben dürften, die Geschlechtscontenta zu befördern. So wahrscheinlich aber auch diese Annahmen sind, so bestimmt läßt sich behaupten, daß dieses unmöglich

die einzige oder selbst nur die vorzüglichste Bestimmung der Flimmerbewegung sei. Denn es existirt einerseits an vielen Stellen, wo sich gar kein Nutzen einer solchen Fortbewegung des Secrets klar einsehen läßt, wie z. B. in dem vollkommen geschlossenen Herzbeutel der Frösche, ein Flimmerepithelium, während anderseits Organe, die im Innern flimmern, wie z. B. der Eileiter und die Gebärmutter, zugleich mit solcher Muskelkraft versehen sind, daß sie dadurch ohne Anstrengung energischere und raschere Effecte, als durch die Flimmerbewegung hervorbringen können. An anderen Stellen endlich, wie z. B. in der Cloake der Frösche, wissen wir gar nicht genau, was durch das Flimmerphänomen fortgeschafft werden soll, da die großen Kothmassen für eine geringe Kraft erdrückend sind. Eine andere, durch die Forschungen der neuern Zeit etwas mehr in den Hintergrund getretene Ansicht ging ebenfalls aus der Grundanschauung, daß die mechanischen Effecte der Flimmerbewegung die Hauptsache seien, hervor. Da nämlich flimmernde Häute eine fortwährende Strömung im Wasser erregen, z. B. Wassermolecüle unaufhörlich anziehen und abstoßen, mithin eine fortwährende Erneuerung dieses Medium bewirken, so sah man die Flimmerbewegung als ein Respirationsorgan an und ging, jedoch wahrscheinlich mit Unrecht, so weit, flimmernde Häute niederer Thiere bloß deshalb, weil sie das Phänomen zeigten, als Athmungsorgane anzusprechen. Die Beobachtung der Flimmerepithelien der Wirbelthiere stellte solche Ansichten wieder mehr in den Hintergrund. Denn es schien nach ihnen erforderlich, daß überhaupt die Kiemen der im Wasser lebenden Thiere flimmerten. Die Athmungsorgane der Fische, der Cephalopoden u. dgl. bildeten aber schroffe Ausnahmen. Allein gerade in diesem Punkte dürften die neuesten anatomischen Erfahrungen eher bekräftigend, als widerlegend auftreten. Wir haben oben gesehen, daß die bleibenden Kiemen der Knochen- und der Knorpelfische (mit der einzigen Ausnahme der von Branchiostoma) nie flimmern, während die transitorischen Kiemen der Batrachier und die bleibenden der Perennibranchiaten das Phänomen darbieten. Bisher glaubte man, daß in den Fischkiemen in jeder Kiemenzotte nur einfachere Capillarbildungen, entweder bloße Umbiegung von Arterien in Venen oder diese und dazwischen liegende laxe und weitmaschige Capillaren, etwa wie in den Darmzotten, vorkommen. Nach den von C. Vogt an Forellen und anderen Knochenfischen auf der hiesigen Anatomie angestellten Injectionen aber befindet sich zwischen den mehr seitlich dahinlaufenden Arterien- und Venenstämmchen ein sehr reichlicher, in Form und Reichthum der Gefäße und Kleinheit der Maschenräume der Capillaren den Lungen vollkommen gleiches Gefäßnetz, welches vorzugsweise an den Runzeln und in den Fältchen des Kiemenblättchens liegt. In den transitorischen Kiemen der schwanzlosen und geschwänzten Batrachier, so wie in den bleibenden der Perennibranchiaten dagegen ist das intermediäre Gefäßnetz weit einfacher und ganz so, wie oben angedeutet wurde, beschaffen. Eine gleiche Größe athmender Fläche enthält daher bei den Knochenfischen weit mehr Blut, als bei den Batrachierlarven und den Perennibranchiaten. Da nun bei allen diesen Thieren das Athmungsbedürfniß und vorzüglich die Nothwendigkeit der Sauerstoffzuführung gering ist, so oxydirt sich bei den Knochenfischen schon Blut genug, wenn die größere Blutquantität der Kiemen nur überhaupt mit dem Wasser in mittelbaren Contact kommt. Stets neue Zufuhr desselben durch Flimmerbewegung an der Oberfläche würde zu vielen Verbrauch des Körpers und der Speisen nach sich ziehen und eine stärkere Ernährung und ein bedeutenderes Wachsthum, das hier oft so groß ist und so lange anhält, hindern.

Umgekehrt bedürfen die Batrachierlarven und die Perennibranchiaten des Hilfsmittels der Flimmerbewegung, damit das wenige Blut, welches in ihren Kiemen kreiset, vollständig mit Sauerstoff gesättigt werde. Auf diese Weise wäre eine Compensation denkbar. Gehen wir in diese Hypothese ein, so würde die Flimmerbewegung der Schleimhaut der Nasenhöhle, der Luftröhre, der Lungen ebenfalls einen anhaltenden Luftstrom längs der Oberfläche dieser Flimmerhäute erregen und so stets neue respirable Luft zu- und asgeathmete abführen. Der ganze Proceß würde so gleichsam in seiner Moleculartthätigkeit reger, gleichwie ein Thier, welches sich innerhalb eines Luftzuges befindet, etwas mehr, als ein einfach in einer Glasglocke eingesperrtes Thier athmet. Allein abgesehen davon, daß auch diese Vorstellung noch sehr des thatsächlichen Beweises bedarf, reicht auch sie nicht aus, uns klare, specielle Vorstellungen z. B. über die Flimmerbewegung des Ependyma, des Herzbeutels zu geben. Denn behaupten, daß sie den Stoffwechsel an der Oberfläche befördere, hieße nur Unwissenheit durch Worte bemänteln wollen und hätte auch, wie schon früher angeführt wurde, die Conservation der Masse eines losgelös'ten Stückes Flimmermembran trotz der anhaltenden Flimmerbewegung als erhebliche Gegnerin. Wir müssen daher frei gestehen, das uns das functionelle Princip, für welches die Flimmerbewegung überall geschaffen ist, noch gänzlich entgeht, daß wir vielmehr nur einzelne Nebenthätigkeiten dieses Vorgangs zu errathen im Stande sind, daß aber auch die Annahme, die Natur habe die Flimmerbewegung nur zu verschiedenen bald mechanischen, bald chemischen, bald gemischten Zwecken und ohne ideelles Einheitsprincip hingestellt, ebenfalls sehr wenig Wahrscheinliches hat.

Wichtigste Literatur.

Die historische Zusammenstellung derselben bis zum Jahre 1834 gaben Purkinje und ich in: de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis, tum internis animalium plurimorum et superiorum et inferiorum ordinum obvio. Commentatio physiologica. Vratislaviae. 1835. 4. Zu dieser Uebersicht ist noch nachzutragen: Hales Statik des Geblüts. 1748. 4. S. 92. Gleichen auserlesene mikroskopische Entdeckungen. 1777. 4. S. 61. Grant: Proceedings of the zoological Society of London. 1833. 8. Part. 1. p. 8. Joh. Müller in Burdach's Physiologie. Leipzig 1832. Th. IV. S. 434. — Joh. Müller's Archiv 1835. S. 128 — 130. — R. Wagner Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1834. 35. S. 598 u. 606. — Sharpey in London and Edingburgh new philosophical Journal. April 1835. 1 — 16. Annales des sciences naturelles. Juin 1835. p. 347 u. Todd Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. 1836. 8. Vol. I. p. 606 — 638. — Th. v. Siebold in der medicinischen Zeitung des preußischen Vereins für Heilkunde. 1836. Nro. 28. S. 139. — Jones in the Dublin Journal of medical and chemical science. Nro. XXI. p. 198. — Grant Umrisse der vergleichenden Anatomie. S. 153. — G. R. Treviranus Pflanzenphysiologie. 1835. 8. Bd. 1. S. 116. — R. Wagner in den Münchener gelehrten Anzeigen 1835. 4. S. 209. — Henle in Müller's Archiv 1835. S. 576. 580. 596 und Carus ebendaselbst S. 494. — Mayer in Froriep's Notizen Nro. 1024. S. 179 und Nro. 1028 S. 247. — Derselbe Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe. Bonn 1836. 4. — Repertorium

für Anatomie und Physiologie Bd. I. S. 153—159. — Bd. II. S. 206. — Bd. III. S. 70. S. 261 und S. 309. — Bd. IV. S. 62. — Bd. V. S. 78 — und Bd. VI. S. 204., wo die neueren Untersuchungen, von Mayer, Henle, R. Wagner, Ehrenberg, Sharpey, Milne Edwards, Siebold, Donné, Remak, Dutrochet, Pappenheim, Stannius und Anderen citatweise angeführt sind. Vergleiche noch die allgemeinen Anatomien von Gerber, Köstlin, Krause, Bruns, Henle, und die Physiologien von Joh. Müller, Carus, Flögel und R. Wagner. Koelliker Beiträge zur Kenntniß der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere nebst einem Versuche über das Wesen und die Bedeutung der sogenannten Samenthiere. Berlin 1841. 8. — Remak in Müller's Archiv 1841. S. 446 — 450. — Joh. Müller mikroskopische Untersuchungen über den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum Costa, Amphioxus lanceolatus Yarrell. Berlin 1841. 8.

G. Valentin.

Galle.

Die Galle ist eine thierische Flüssigkeit von sehr merkwürdiger Natur, sowohl in Betracht ihres allgemeinen Vorkommens im ganzen Thierreiche, als auch in Betracht ihrer eigenthümlichen Bildungsweise und der Veränderlichkeit ihrer Bestandtheile. Sie findet sich bei allen Thierklassen, und da wo man sie nicht angesammelt fand, hat man wenigstens Gefäße entdeckt, welche sie aller Wahrscheinlichkeit nach secerniren. Die Galle wird in der Leber gebildet, und bei ihrer Secretion findet der eigenthümliche Umstand statt, daß eine Vene, die Pfortader, in die Leber eintritt, sich darin wie eine Arterie verzweigt und gemeinschaftlich mit der Arteria hepatica zur Absonderung der Galle beiträgt. Indessen hat man in seltenen Fällen beobachtet, daß die Pfortader an der Leber vorbeiging und die Gallenabsonderung von der Arteria hepatica allein bestritten wurde; jedoch findet man dabei nicht bemerkt, ob die bloß aus arteriellem Blut gebildete Galle von der gewöhnlichen verschieden gewesen ist.

Bei einem großen Theil der Thiere sammelt sich die in der Leber bereitete Galle in einem eigenen Behälter, der sogenannten Gallenblase, an, aus dem sie während des Verdauungsprocesses entleert wird; bei anderen Thieren dagegen, besonders pflanzenfressenden Säugethieren, bei denen ein ununterbrochener Verdauungsproceß unterhalten wird, fehlt recht oft dieser Behälter, und es wird die Galle in dem Maße als sie sich bildet, in den Darmkanal entleert. Indessen ist dies keine allgemeine Regel. Die Gallenblase findet sich z. B. bei dem Genus Bos, fehlt aber bei dem Genus Equus, Cervus u. a., und in demselben Genus können gewisse Species eine Gallenblase haben, während sie den übrigen mangelt.

Die chemische Natur der Galle konnte man natürlicherweise nur bei

denjenigen Thieren studiren, welche mit einer Gallenblase versehen sind, und unter allen Arten von Galle war vorzugsweise die Ochsengalle Gegenstand von Untersuchungen, und von allen ist sie am besten gekannt. Die hier folgende allgemeine Beschreibung bezieht sich auf die Verhältnisse, welche sich bei der Ochsengalle zeigen.

Aus der Gallenblase eines kurz zuvor geschlachteten Thiers frisch entleert, ist die Galle eine schleimige, fadenziehende Flüssigkeit von einem eigenen schwachen, aber widrigen Geruch und von sehr bitterem Geschmack. Ihre Farbe ist gelb mit einem schwachen Stich ins Braune. Zuweilen ist sie grünlich, und sie wird an der Luft allmälig immer mehr grün, zuletzt bis schmutzig dunkelgrün. Die grüne ist jedoch nicht die ursprüngliche Farbe der Galle, sondern die gelbe. Wenn die Galle bei der Gelbsucht resorbirt wird, so färbt sich die Haut und das Weiße im Auge gelb, und wenn bei todten Thieren die Gallenblase nahe liegende Theile gefärbt hat, so sind diese ebenfalls gelb. Das specifische Gewicht der Galle liegt zwischen 1,02 und 1,03. Thénard giebt es zu 1,026 an. Sie stellt die blaue Farbe eines schwach gerötheten Lackmuspapiers wieder her, schäumt beim Schütteln wie Seifenwasser, und gerinnt nicht beim Erhitzen bis zum Sieden.

Die Galle ist schon frühe der Gegenstand vieler und weitläufiger chemischer Untersuchungen gewesen, die, mehr als es bei einer andern thierischen Flüssigkeit der Fall war, zu widersprechenden Resultaten geführt haben. Von älteren Physiologen wurde sie als eine Flüssigkeit von seifenartiger Natur betrachtet, auf den Grund ihrer Eigenschaft wie Seife zu schäumen und mit Säuren eine weiche harzähnliche Materie abzusetzen, während ein Theil der angewandten Säure in der gefällten Flüssigkeit mit Natron verbunden blieb. Diese Ansicht war die herrschende während der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, und wurde noch ferner durch Fourcroy [1]) unterstützt, welcher im Jahre 1800 eine gemeinschaftlich von ihm und Vauquelin angestellte Analyse der Galle herausgab.

Einige Jahre später wurden analytische Untersuchungen über die Galle ungefähr gleichzeitig von mir [2]) und von Thénard [3]) angestellt. Ich hatte gefunden, daß Essigsäure, nachdem sie aus der Galle eine Materie ausgefällt hat, die man bis dahin für Albumin gehalten hatte, von der ich aber fand, daß sie aufgelös'ter Schleim der Gallenblase war, in keinem Grade der Concentration aus der Galle eine harzähnliche Materie ausscheiden kann, daß dies aber durch Schwefelsäure und durch Salzsäure geschieht, daß der Niederschlag Lackmus röthet, und daß er, je nach der angewandten Säure, mit Basen und kohlensaurem Baryt oder kohlensaurem Bleioxyd digerirt, an das Wasser einen bitter schmeckenden Körper abgiebt, welcher die Eigenschaften der Galle hat und aus dieser Lösung wieder durch Säuren gefällt wird. Ich zog hieraus den Schluß, daß die Galle eine eigene, aus den albuminösen Bestandtheilen des Bluts gebildete Substanz enthalte, welche noch die Eigenschaft der letztern behalten habe, mit Säuren Verbindungen zu bilden, welche mit einem Ueberschuß von Säure in Wasser unlöslich seien. Diese Substanz nannte ich Gallenstoff. Die Galle fand ich zusammengesetzt aus:

---

[1]) Dessen Système des connaissances chimiques. IV. 401.
[2]) Föreläsningar i Djurkemien, II. p. 248. Stockholm 1808.
[3]) Mémoires d'Arcœuil. I. 23 u. 46.

Wasser	90,44
Gallenstoff	8,00
Gallenblasenschleim	0,30
Alkali, mit Gallenstoff verbunden gewesen	0,41
Chlornatrium, milchsaures Alkali, Extractivstoffe	0,74
Phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk	0,11
	100,00

Thénard hatte seine Untersuchungen nach einer ganz andern Methode angestellt. Er hatte die Galle mit einer gemischten Lösung von neutralem und von basischem essigsauren Bleioxyd gefällt und dadurch einen pflasterähnlichen Niederschlag und in der Auflösung eine Substanz erhalten, die von dem Bleisalz nicht gefällt wurde. Diese letztere Substanz schied er ab; er nannte sie Pikromel. Der pflasterähnliche Niederschlag, mittelst verdünnter Salpetersäure vom Bleioxyd befreit, war ein grüner, harzähnlicher Körper, den er Gallenharz nannte. Er war unlöslich in Wasser; daß er in der Galle gelöst vorkam, suchte er daraus zu erklären, daß er in einem gewissen Grade in Pikromel löslich sei. Thénard richtete noch seine besondere Aufmerksamkeit auf den Farbestoff der Galle, den er zwar nicht aus derselben abscheiden konnte, den er aber in Gallensteinen, worin er vorkam, studirte; er zeigte, daß er aus seiner Auflösung in Alkali von Säuren in grünen Flocken gefällt werde. Thénard fand die Galle zusammengesetzt aus:

Wasser	87,56
Gallenharz	3,00
Pikromel	7,54
Gelbem Farbestoff	0,50
Natron	0,50
Phosphorsaurem Natron	0,25
Chlornatrium	0,40
Schwefelsaurem Natron	0,10
Phosphorsaurem Kalk	0,15
Eisenoxyd	Spuren.
	100,00

Den Wassergehalt fand er zuweilen größer. Das Gewicht des Farbestoffs war nur approximativ bestimmt, auch war er in veränderlicher Menge vorhanden. Thénard's Ansichten von der Zusammensetzung der Galle wurden nun die herrschenden, und die Richtigkeit der Theilungsweise, welche die Galle durch Anwendung des Bleisalzes erlitt, wurde von mehren Chemikern bestätigt.

1826 machte Leopold Gmelin eine neue und ausführliche Untersuchung der Galle bekannt [1]). Er bestätigte die Richtigkeit der früheren Resultate, wie sie sowohl von Thénard als von mir angegeben waren, gab aber den Vorzug denen, welche durch die Analyse der Galle mit essigsaurem Bleioxyd erhalten werden. Von der Substanz, die ich Gallenstoff genannt hatte, wies er nach, daß sie, nachdem man daraus die Säure durch kohlensauren Baryt oder kohlensaures Bleioxyd abgeschieden hat, noch Baryt-

[1]) Die Verdauung, von Tiedemann und Gmelin. I. 63—72.

erde oder Bleioxyd enthält, und nichts anderes ist, als wiedergebildete Galle, worin das Natron durch die Erde oder das Oxyd ersetzt ist. Von Thénard's Gallenharz und Pikromel fand er, daß sie noch gemengte Producte seien. Aus dem letztern schied er eine süßlich bittere Materie ab, die er Gallenzucker nannte und die er in Form einer körnig krystallinischen Masse darstellte. In dem Gallenharz fand er, außer einer wirklich harzähnlichen Substanz und Gallenzucker, einen krystallisirbaren Körper, den er anfangs Gallenasparagin, später aber Taurin nannte; ferner fand er eine krystallisirende Säure, die den Namen Cholsäure bekam. Außerdem gab er folgende Bestandtheile der Galle an: Farbestoff, dessen merkwürdige Reaction mit Salpetersäure er entdeckte, Albumin, Gliadin, Caséin, Ptyalin, Osmazom oder Fleischextract, Cholesterin, Chlornatrium, zweifach-kohlensaures, essigsaures, ölsaures, talgsaures, cholsaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron (mit etwas Kali), phosphorsauren Kalk, Schleim und etwas nicht verseiftes Fett. Gmelin betrachtete den Gallenstoff als ein Gemenge von Gallenzucker, Gallenharz, Taurin, Cholsäure, fetten Säuren, Albumin und Cholesterin, wodurch die Analyse mit Schwefelsäure scheinbar so einfach wird. — Andere Chemiker, welche seine Versuche wiederholten, fanden die meisten dieser von ihm aus der Galle ausgezogenen Substanzen. In Betreff einiger weniger wesentlichen darunter, wie z. B. Gliadin, Caséin, Ptyalin, zeigte es sich, daß sie nicht diesen Namen entsprachen und daß einige davon nur Producte der Veränderung des Gallenschleims durch das Kochen mit Wasser oder wasserhaltigem Alkohol waren. Albumin hat man in der Galle nicht gefunden. Was Gmelin essigsaures Natron nannte, war eigentlich milchsaures, worin zu jener Zeit mehre Chemiker Essigsäure annahmen, und das Natron-Bicarbonat wird von dem mit dem nicht sauren Bestandtheil der Galle verbundenen Natron und der Kohlensäure der Luft gebildet.

Mit Bezug auf diese Untersuchung hielt ich es für wahrscheinlich [1]), daß die Zusammensetzung der Galle einfacher sein möchte, als es nach Gmelin's Analyse den Anschein hatte, daß ihr wesentlicher Bestandtheil eine große Neigung habe in mehre andere Körper zu zerfallen, und daß viele der von Gmelin entdeckten Substanzen nur Producte der zur Analyse angewandten Reagentien sein möchten.

Diese Vermuthung fand später ihre Bestätigung durch Versuche von Demarçay [2]), welcher zeigte, daß von Schleim befreite Galle, mit einer gewissen Menge Schwefelsäure, oder besser Salzsäure, vermischt und bei gelinder Wärme digerirt, nach und nach eine mit dem Gallenharz von Thénard vollkommen identische Substanz abscheidet. Er fand, daß sie ein saurer Körper war und nannte sie Choleinsäure. In der Säure bleibt dabei Taurin und ein Ammoniaksalz der angewandten Säure aufgelöst. Wird die Choleinsäure von neuem mit Salzsäure behandelt, so giebt sie noch mehr Ammoniak und Taurin, und wird in eine andere, ebenfalls harzähnliche Säure verwandelt, die er Choloidinsäure nannte. Dagegen fand er, daß von Schleim befreite Galle, wenn sie lange Zeit, d. h. mehre Tage lang hintereinander, mit kaustischem Kali gekocht wird, Ammoniak entwickelt und in der Flüssigkeit dann nur cholsaures Kali, gemengt mit überschüssigem Kali, hinterläßt. Aus diesen Versuchen zog er den Schluß, daß Taurin und Chol-

[1]) Lehrbuch der Chemie, übersetzt von Wöhler. 1831. IV. 173.
[2]) Annalen der Pharmacie, von J. Liebig und F. Wöhler. XXVII. 279.

säure Producte der Metamorphose seien, gleich wie die Choloïdinsäure; die Choleinsäure aber betrachtete er als den natürlichen, primitiven bittern Bestandtheil der Galle, und erklärte, auf den Grund hiervon, die ältere Meinung, daß die Galle eine Verbindung von Natron mit einer harzartigen Säure (der Choleinsäure) enthalte, für die einzige richtige. Da er aus Pikromel oder Gallenzucker Choleinsäure erhielt, so erklärte er, daß dies nichts anderes als dieselbe Säure gewesen sei. Die von Demarçay dargestellten Producte sind theils von ihm selbst, theils von Dumas analysirt worden.

Die Choleinsäure fand Demarçay zusammengesetzt aus: Kohlenstoff 63,41, Wasserstoff 8,82, Stickstoff 3,22 und Sauerstoff 24,22 = C_{41} H_{66} N_2 O_{12}, was durch eine Analyse von Dumas in: Kohlenstoff 63,5, Wasserstoff 9,3, Stickstoff 3,3, Sauerstoff 23,9 = C_{42} H_{72} N_2 O_{12} abgeändert wurde.

Die Choloïdinsäure besteht nach Dumas aus: Kohlenstoff 73,3, Wasserstoff 9,7, Sauerstoff 17,0 = C_{38} H_{60} O_7.

Das Taurin besteht, nach Beiden, aus: Kohlenstoff 19,26, Wasserstoff 5,66, Stickstoff 11,19, Sauerstoff 63,89 = C_4 H_{14} N_2 O_{10}.

Die Cholsäure besteht nach Dumas aus: Kohlenstoff 68,5, Wasserstoff 9,7, Sauerstoff 21,8, = C_{42} H_{72} O_{10}.

Diese Angaben veranlaßten mich eine neue Analyse der Galle vorzunehmen[1]), deren Resultate ich nun in der Kürze mittheilen will. Nach dieser Untersuchung enthält die Galle als wesentlichsten und größten Bestandtheil einen eigenthümlichen, in Wasser leicht löslichen, bitter schmeckenden Körper, welcher eine ungewöhnlich große Neigung hat, unter gewissen Umständen metamorphosirt zu werden, unter Erzeugung von Taurin, Ammoniak und zwei harzähnlichen Säuren, welche sich mit dem unzerstörten Theil davon zu einem sauren Körper vereinigen, der mit Basen Verbindungen eingeht, ohne daß jener eigenthümliche Stoff davon ausgeschieden wird. Diesen Stoff nenne ich Bilin. Er macht die Hauptmasse von Thénard's Pikromel und Gmelin's Gallenzucker aus, dessen körnige Krystallisation von eingemengten Salzen herrührte.

Das Bilin krystallisirt nicht, im reinen Zustande trocknet es zu einer durchsichtigen, farblosen Masse ein. Gewöhnlich bekommt man es gelblich, was jedoch von einer fremden gefärbten Einmengung herrührt. An einer warmen Stelle stehen gelassen, zerspringt es nach allen Richtungen, und bis zu 120° C erhitzt, verliert es Wasser unter Aufblähen und verwandelt sich in eine weiße, poröse, leicht pulverisirbare Masse. In feuchter Luft nimmt es leicht das verlorne Wasser wieder auf, geht dabei zusammen und wird allmälig wieder durchsichtig. Es hat keinen Geruch; wird aber eine concentrirte Lösung davon in der Wärme abgedampft, so riecht es wie gekochter Leim. Es schmeckt scharf bitter, hinterläßt aber auf dem hintern Theil der Zunge einen süßlichen, lakrizartigen Nachgeschmack. Dieser süßliche Nachgeschmack ist nicht immer gleich. Vielleicht ist er dem Bilin eigenthümlich, indessen kann er auch von einer andern, dem Bilin fremden Materie, nämlich von Glycerin herrühren. Die Galle enthält nämlich ölsaures, margarinsaures und stearinsaures Natron, also saponificirtes Fett, und ist das von diesem abgeschiedene Glycerin in der Galle enthalten, so muß es bei dem Bilin bleiben, aus dem es durch die zur Isolirung des Bilins ange-

---

[1]) Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar 1841. p. 1.

wandten Methoden nicht abgeschieden werden kann. Das Bilin enthält Stickstoff und giebt bei der trocknen Destillation Ammoniak. Es läßt sich an der Luft entzünden und verbrennt mit klarer, rußender Flamme und Hinterlassung einer porösen Kohle. In Wasser und in wasserfreiem Alkohol ist es nach allen Verhältnissen löslich, in Aether ist es unlöslich. Es reagirt weder alkalisch noch sauer, bildet aber sowohl mit Säuren als mit Basen leicht lösliche Verbindungen. Die letzteren werden durch die Kohlensäure der Luft zersetzt. Seine Verbindung mit Alkali kann durch eine concentrirte Lösung sowohl von kaustischem als von kohlensaurem Alkali vollkommen ausgefällt werden. Dieser Umstand kann benutzt werden, um es von den in der Galle aufgelös'ten Salzen zu befreien, die dabei in der Flüssigkeit zurückbleiben und durch wiederholte Ausfällungen vollkommen abgeschieden werden können.

Das Bilin hat eine große Neigung Metamorphosen zu erleiden. Seine Lösung in Wasser kann nicht in der Wärme verdunstet werden, ohne daß es eine geringe Veränderung erleidet; es fängt dabei an eine schwache Reaction auf freie Säure zu zeigen. Mineralsäuren und der in der Galle aufgelös'te Schleim beschleunigen in der Wärme sehr bedeutend diese Veränderung. Durch die Einwirkung der Säuren entstehen in diesem Falle die Producte, wie sie von Demarçay angegeben worden sind. Das Bilin wird in zwei harzähnliche Säuren und in Taurin und Ammoniak verwandelt. Diese Säuren, die in ihren äußeren Eigenschaften große Aehnlichkeit mit einander haben, habe ich Fellinsäure und Cholinsäure genannt. In Wasser sind sie wenig oder nicht löslich; von Alkohol werden sie nach allen Verhältnissen gelös't; in Aether ist die Fellinsäure sehr löslich, die Cholinsäure nur wenig löslich. Mit den Alkalien, Erden und Metalloxyden bilden sie eigenthümliche Salze, von denen die mit den Alkalien in Wasser und Alkohol leicht löslich sind, den bittren Geschmack der Galle haben, in Auflösung wie Seife schäumen, und nach dem Verdunsten in Form von extractähnlichen Massen zurückbleiben. Die Erd- und Metallsalze sind in Wasser unlöslich oder sehr schwer löslich. Zur Trennung dieser Säuren wendet man am besten den Umstand an, daß der fellinsaure Baryt in Alkohol leicht löslich, der cholinsaure Baryt aber darin fast unlöslich ist. Indem diese Säuren bei der Metamorphose des Bilins entstehen, vereinigen sie sich mit einer Portion Bilin in der Art, daß das Bilin dann in ihre Salze mit übergeht. Diese saueren Verbindungen nenne ich Bilifellinsäure und Bilicholinsäure. Sie sind in Wasser löslich, werden aber daraus gefällt, wenn eine gewisse Menge einer Mineralsäure zugemischt wird; gießt man diese ab und mischt reines Wasser hinzu, so lösen sie sich wieder auf. Aether zieht daraus eine gewisse Menge Fellinsäure aus. Wird die rückständige, an Bilin reichere Masse in Wasser gelös't und mit Bleioxyd übersättigt, so bildet sich basisches bilifellinsaures und bilicholinsaures Bleioxyd, die sich in Gestalt einer pflasterähnlichen Masse abscheiden, während der Ueberschuß von Bilin frei in der Flüssigkeit bleibt. Dasselbe findet statt, wenn die Lösung in einem gewissen Verhältniß mit Schwefelsäure vermischt wird. Die Bilifellinsäure fällt dann nieder und das Bilin bleibt mit der überschüssigen Schwefelsäure aufgelös't, von der es mittelst der kohlensauren Salze von Bleioxyd, Kalk oder Baryterde befreit wird. Die neutralen Verbindungen der Bilifellinsäure und der Bilicholinsäure mit Salzbasen sind in Wasser und Alkohol löslich und haben den bittern Geschmack der Galle. Ihre Auflösung in Wasser schäumt beim Schütteln.

Das Gemenge dieser beiden bilinhaltigen Säuren macht Demarçay's Choleinsäure und die Hauptmasse in Thénard's Gallenharz aus.

Werden diese Säuren eine Zeit lang mit Salzsäure gekocht, so gehen sie in eine indifferente isomerische Modification über, unlöslich in Wasser und wenig löslich in Alkohol, selbst in der Siedhitze, aus welchem letztern sie sich in Gestalt einer weißen, pulverförmigen Substanz absetzen, die mit Salzbasen nicht verbindbar und in Kalihydrat nicht löslich ist. Ich habe sie Dyslysin genannt. Sie lassen sich aber in ihren frühern Zustand zurückführen, wenn sie mit einer Auflösung von Kalihydrat in Alkohol behandelt werden. Bei der Analyse der Galle erhält man sie zuweilen in einem andern indifferenten Zustand; sie sind dann leicht löslich in Alkohol, lassen sich aber nicht mit Alkali vereinigen, so lange dieses in Wasser gelös't ist, sondern nur dann, wenn man sie mit in Alkohol gelös'tem Kalihydrat so lange digerirt, bis der meiste Alkohol verdunstet ist. Bilin im reinen Zustande wird nur unbedeutend beim Kochen mit Kalihydrat verändert; ich vermochte nicht dasselbe auf diese Weise in Cholsäure zu verwandeln.

Ein anderer, nicht minder merkwürdiger Bestandtheil der Galle ist die Substanz, welche ihr die bräunlich gelbe Farbe ertheilt und deren Reaction mit Salpetersäure so characteristisch ist. Wird eine Flüssigkeit, worin sich diese Substanz aufgelös't befindet, mit Salpetersäure in allmälig zugesetzten Antheilen vermischt, so nimmt die Flüssigkeit zuerst eine blauliche Farbe an, dann wird sie grün, hierauf violett, roth und zuletzt gelb oder gelbbraun. Diese Reaction kann in der Galle hervorgebracht werden, allein bei ihrer Analyse läßt sich keine besondere Substanz abscheiden, welche diese Reaction giebt, da der Körper bei den analytischen Processen metamorphosirt wird. Gleichwohl findet man ihn zuweilen in Gestalt eines gelben Pulvers in der Galle aufgeschlämmt, oder er hat sich in der Gallenblase angesammelt und hat eine Concretion oder einen sogenannten Gallenstein gebildet, der dann mit Salpetersäure die erwähnte specifische Reaction hervorbringt. Hierdurch war es möglich, die Eigenschaften dieser Substanz in isolirter Form kennen zu lernen. Ich schlage dafür den Namen Cholepyrrhin vor.

Dasselbe ist ein in den meisten Flüssigkeiten wenig löslicher Körper von schön rothgelber Farbe, die besonders beim Zerreiben zum Vorschein kommt. Es ist geschmack- und geruchlos; es enthält Stickstoff in seiner Zusammensetzung und giebt bei der trockenen Destillation Ammoniak. Wasser wird dadurch blaßgelb gefärbt, indem es höchst wenig davon auflös't; Alkohol lös't etwas mehr, jedoch immer nur sehr unbedeutend. Am besten lös't es sich in einer Lauge von kaustischem Kali oder Natron; Ammoniak wirkt wenig darauf. In dieser Auflösung absorbirt es Sauerstoff aus der Luft, wobei die gelbe Flüssigkeit allmälig grün wird. Von Säuren wird es aus dieser Lösung, gleichviel ob sie noch gelb oder schon grün war, in grünen Flocken gefällt, welche alle Eigenschaften vom Blattgrün oder Chlorophyll haben. Ich habe es in diesem Zustand Biliverdin genannt. Es ist nun kein Cholepyrrhin mehr, sondern ein Veränderungs-Product davon. Natürlicherweise ist das Biliverdin nicht das einzige Product dieser Metamorphose; aber die übrigen sind noch nicht bekannt. In der Galle wird es im Entstehungszustand in dem alkalischen Bilinkali aufgelös't, und wird es in größerer Menge abgesondert, als dem Lösungsvermögen der Galle entspricht, so wird diese dadurch trübe und es sammelt sich zuletzt zu einer einzigen Masse an, unterscheidbar von aus anderen Materien gebildeten Gallensteinen durch die schöne rothgelbe Farbe, die es beim Zerreiben annimmt. Wenn Galle all-

mälig grün wird, so beruht dies auf der Metamorphose des Cholepyrrhins und der Bildung von Biliverdin. Diese Metamorphose geht zuweilen schon in dem thierischen Körper vor sich, und bei gewissen Thieren ist die Galle stets grün, wenn sie aus der Gallenblase entleert wird.

Der Schleim ist ein dritter Bestandtheil der Galle, welcher in physiologischer Hinsicht besondere Aufmerksamkeit verdient. Er wird wahrscheinlich erst nach der Absonderung der Galle derselben aus den Gallengängen und der Gallenblase beigemischt. Ein Theil des Schleims ist in der Galle nur aufgequollen enthalten, erfüllt sie aber so ganz, daß sie fadenziehend fließt, und daß der obere Theil eines solchen Fadens, der sich im Fließen getrennt hat, sich auf sich zurückzieht. Dieser Theil des Schleims kann jedoch durch Seihen abgeschieden werden und bleibt auf dem Seihtuch zurück. Die geseihete Galle fließt nicht mehr fadenziehend, enthält aber eine Portion Schleim aufgelöſ't, der auf zweierlei Weise abzuscheiden ist. Wird die Galle mit einem gleichen Volumen Alkohol von 0,84 vermischt, so scheidet sich der Schleim aus und kann abfiltrirt werden, ohne daß sonst die Zusammensetzung der Galle gestört wird. Auch kann man den Schleim mittelst einiger Tropfen einer freien Säure, selbst Essigsäure, ausfällen; allein dann sättigt die Säure zuerst das Alkali im Bilinkali und fällt dann den Schleim in einer unlöslichen Verbindung mit der Säure, aus der er nachher durch eine genau getroffene Menge kohlensauren Alkali's mit seinen Eigenschaften als Schleim wieder hergestellt werden kann. Die Gegenwart desselben in der Galle veranlaßt eine beständig fortfahrende Metamorphose, die fast ganz gehemmt wird, sobald der Schleim mittelst Alkohols abgeschieden ist. Die Farbe der Galle wird dunkler und immer grüner, sie nimmt einen stärkeren und widrigeren Geruch an, beginnt weiße Dämpfe an einem darüber gehaltenen, mit Salzsäure benetzten Glasstab zu geben, riecht nachher deutlich ammoniakalisch, und wird sie jetzt mit einer Säure vermischt, so erhält man einen pflasterähnlichen, in reinem Wasser unlöslichen Niederschlag, und es bleibt wenig oder kein freies Bilin in der gefällten Flüssigkeit, die dagegen Taurin und Ammoniaksalze aufgelöſ't enthält. — Auch wenn frische, aber schleimhaltige Galle zur Extract-Consistenz abgedampft wird, fährt darin die Metamorphose des Bilins fort. Eine solche Galle enthält, nach meinen Versuchen, selten freies Bilin; es treten darin, außer Taurin und Ammoniak, Cholsäure und Bilicholsäure, Bilifellin- und Bilicholinsäure, und zwei neue harzartige Säuren auf, die ich unter dem Namen Fellansäure und Cholansäure beschrieben habe. Im Allgemeinen ist die Cholsäure der reichlichste unter ihren Bestandtheilen.

Diese drei Körper, Bilin, Cholepyrrhin und Schleim, halte ich für die in physiologischer Hinsicht merkwürdigsten Bestandtheile der Galle. Uebrigens habe ich darin, nach Abscheidung des Biliverdins, noch einen andern, gelben färbenden Stoff gefunden, den ich Bilifulvin genannt habe. Er ist ein Doppelsalz von Kalk und Natron mit einer organischen stickstoffhaltigen Säure, der ich den Namen Bilifulvinsäure gegeben habe. In isolirtem Zustande ist sie sowohl in Wasser als in Alkohol unlöslich, und scheidet sich in blaßgelben Flocken ab, wenn sie aus der Auflösung des Salzes in Wasser durch eine stärkere Säure gefällt wird. Ob übrigens jenes Salz ursprünglich ein Bestandtheil der Galle oder ein Product der Metamorphose ist, läßt sich nicht entscheiden.

Als übrige Bestandtheile der Galle habe ich gefunden:

Extractähnliche Stoffe, löslich theils in wasserhaltigem Alkohol und in

Wasser, theils nur in Wasser; identisch, so viel sich aus ihren allgemeinen Eigenschaften beurtheilen läßt, mit den entsprechenden Materien im Blut, jedoch von dunklerer gelber Farbe, herrührend von Bilifulvin, von dem sie wohl schwerlich vollständig zu befreien sind;

Cholesterin, welches sich am besten zeigt, wenn schleimfreie Galle einige Stunden lang mit einer Zumischung von etwas verdünnter Schwefelsäure digerirt wird, wobei das Cholesterin, in dem Maße als das Bilin zerstört wird, sich auf die Oberfläche der Flüssigkeit erhebt und nach dem Erkalten abgenommen werden kann;

ölsaures, margarinsaures und stearinsaures Natron, nebst etwas unverseiftem Fett, woraus ich kein Serolin abzuscheiden vermochte;

Chlornatrium, schwefelsaures, phosphorsaures und milchsaures Natron, und phosphorsauren Kalk.

Es geht aus dem Angeführten hervor, daß die ältere Vergleichung der Galle mit einer Seifenlösung nicht ganz unrichtig ist, insofern darin wirklich eine kleine Menge Seife aufgelös't ist. Im übrigen aber ist es nicht möglich, mit voller Sicherheit zu entscheiden, wie eigentlich die Galle in ihrem ursprünglichen Zustand zusammengesetzt ist. Auch ist es nicht möglich, eine zuverlässige Angabe in Betreff der relativen Menge der Bestandtheile zu geben, da sie sich während der Analyse beständig verändert. Zudem hat man keine scharfen Scheidungsmethoden. Die oben mitgetheilten quantitativen Analysen sind nur als Approximationen zu betrachten, woraus man mit Wahrscheinlichkeit schließen kann, daß Galle und Blut, wenigstens beim Ochsen, Flüssigkeiten von ziemlich gleicher Concentration sind.

Bei meinen Versuchen verlor filtrirte Ochsengalle, zur Trockne verdunstet und den Rückstand so lange bei 130° C. getrocknet, als er noch an Gewicht abnahm, 92,838 Procent ihres Gewichts an Wasser und hinterließ 7,162 Procent fester Stoffe. Der Schleim, der aus einer Portion derselben Galle durch Fällung mit Alkohol erhalten war, betrug nach dem Trocknen 0,231 eines Procents vom Gewicht der filtrirten Galle, und hinterließ nach dem Verbrennen und Einäschern 0,026 eines Procents vom Gewicht der Galle an phosphorsaurem Kalk (Knochenerde), ohne eingemengten freien oder kohlensauren Kalk. Aus dem trocknen Rückstand der Galle zog Aether Cholesterin aus, welches jedoch nicht mehr als 0,0001 vom Gewicht der Galle ausmachte. Der in Alkohol unlösliche Theil vom Rückstand der Galle, die extractähnliche Materie mit schwefelsaurem und phosphorsaurem Alkali betrug 0,4334 eines Procents vom Gewicht der Galle. Nimmt man an, daß Chlornatrium, milchsaures Natron und die in Alkohol löslichen Extractivstoffe 1½ Procent betragen haben, was vielleicht zu hoch angeschlagen ist, so bleiben für Bilin und Cholepyrrhin, von denen jedoch das letztere nur in sehr geringer Menge vorhanden ist, 5 Procent vom Gewicht der Galle.

Gehen wir nun mit unseren Betrachtungen über die Galle auf das unzuverlässige Gebiet der Vermuthungen über, so kann man es sich als wahrscheinlich denken, daß die Galle in dem Augenblick, wo sie zuerst abgesondert wird, Bilin und Cholepyrrhin, ohne eines von deren Veränderungsproducten enthalte, die erst allmälig darin durch den katalytischen Einfluß des Gewebes der Gefäße und des Schleims aufzutreten anfangen. Bei vollkommen gesundem Zustande geht die Metamorphose in dem Körper selbst nicht weit, weil die Galle nur sehr kurze Zeit zurückgehalten wird, allein sie fährt nach der Entleerung fort und die Galle ist in einer beständig fortschreitenden Ver-

änderung begriffen, unter Bildung von Taurin, Bilifellin- und Bilicholinsäure, Biliverdin u. s. w., wenigstens so lange der Schleim nicht abgeschieden ist. Aus diesem Grunde kann frische Galle von einem gesunden Ochsen in jedem beliebigen Verhältniß mit Schwefelsäure, die mit ihrem drei bis vierfachen Gewicht Wassers verdünnt ist, vermischt werden, ohne daß innerhalb 24 Stunden etwas anderes als der aufgelös'te Schleim gefällt wird. Man sieht hieraus, daß die frische Galle so wenig Bilifellin- und Bilicholinsäure enthält, daß sie in der sauren Flüssigkeit aufgelös't bleiben können. Dagegen giebt frische Galle stets einen, wiewohl nicht sehr bedeutenden Niederschlag mit basischem essigsauren Bleioxyd, der wohl zum Theil von anderen Materien gebildet wird, der aber durch seine Eigenschaft, zu einer pflasterähnlichen Masse zusammenzukleben, einen Gehalt an basischem bilifellinsaurem Bleioxyd zu erkennen giebt, woraus also folgen muß, daß die Metamorphose bereits vor der Entleerung der Galle aus der Blase begonnen habe. So weit bis jetzt analytische Untersuchungen über die Galle verschiedener Thierarten vorliegen, hat man Grund anzunehmen, daß die des Menschen und der Säugethiere von ziemlich gleicher Beschaffenheit mit der Ochsengalle sei. Thénard giebt zwar von der Schweinegalle an, daß sie kein Pikromel enthalte, sondern nur Gallenharz, was mit anderen Worten heißt, daß sie kein freies Bilin enthalte, sondern nur Bilifellin- und Bilicholinsäure. Es ist wohl möglich, daß bei gewissen Thieren die Metamorphose in der Gallenblase weiter vorgeschritten sei als bei anderen; aber noch wahrscheinlicher ist es, daß die von Thénard untersuchte Galle bereits diesen Grad von Veränderung erlitten hatte, ehe die Untersuchung damit vorgenommen wurde. Gmelin fand in der Hundegalle bedeutend weniger Bilifellinsäure als in der Ochsengalle, d. h. die Metamorphose war darin weniger weit vorgeschritten.

Die Galle der Vögel fand Gmelin schon in der Gallenblase grün, und zwar in verschiedenen Abstufungen eines schönen Grüns. Sie war eine verdünntere Lösung, als die der Säugethiere; allein so weit sich aus seinen Untersuchungen der Gänse- und der Hühnergalle schließen läßt, hat sie dieselbe Zusammensetzung wie die der Säugethiere.

Die Galle der Fische zeigte bei Gmelin's Untersuchungen wesentliche Verschiedenheiten von der der Säugethiere. Die Galle verschiedener Cyprinus-Arten (leuciscus, barbus, alburnus) hinterließ einen verworren krystallisirten Rückstand, worin Gmelin einen neuen krystallisirten Körper entdeckte, der hier das Bilin vertritt. Dieser Körper verdient einen besondern Namen, er könnte Ichthyocholin genannt werden. Es ist farblos, hat einen anfänglich süßlichen, hintennach aber äußerst bittern Geschmack, krystallisirt leicht, ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, in Aether unlöslich, und scheint weniger Stickstoff als das Bilin zu enthalten, da es bei der trocknen Destillation nur geringe Anzeigen davon giebt. Wie das Bilin wird es aus Wasser durch einen starken Zusatz von kaustischem oder kohlensaurem Kali gefällt; aber es wird auch durch freie Säuren gefällt, wiewohl es durch einen größeren Zusatz wieder aufgelös't, durch Verdünnung wieder gefällt wird. Aus seiner Lösung in Wasser wird es außerdem durch Bleiessig, sowie durch Zinn-, Quecksilber- und Silbersalze gefällt, daher es mit Basen verbindbar zu sein scheint. Gmelin fand in der Asche der Fischgalle schwefelsaures Natron und schwefelsauren Kalk, nebst etwas phosphorsaurem Kalk, aber kein freies Alkali, auf welches auch nicht die frische Galle reagirte. Sie ist concentrirter als die der Säugethiere; er bekam 14,3 bis 19,3 Pro-

cent Rückstand beim Eintrocknen der Fischgalle. Galle von Esox lucius und Salmo fario hinterließ einen Rückstand, der nicht krystallisirte. Es ist wahrscheinlich, daß derselbe sowohl Bilin als Ichthyocholin enthielt, welches letztere durch den Bilingehalt zu krystallisiren verhindert wurde.

Die Galle der Amphibien ist wenig untersucht. Durch Reactionsversuche hat Gmelin nachgewiesen, daß die Galle von Coluber natrix und Rana temporaria Cholepyrrhin enthält. Ich habe die Galle von Python bivittatus analysirt, die Bilin enthielt, aber keine Bilifellinsäure, Ichthyocholin und Cholepyrrhin nebst den übrigen gewöhnlichen Bestandtheilen thierischer Flüssigkeiten. Das Ichthyocholin tritt also schon bei den Amphibien auf.

Die physiologische Bestimmung der Galle ist keineswegs leicht einzusehen. Nach älteren Versuchen und Ansichten glaubte man, sie mische sich in dem Duodenum dem Chymus bei, um darin eine Fällung zu bewirken, in der Art, daß das Gefällte die Faeces bilde und ausgeleert würde, das Ungefällte aber den Chylus ausmache, der absorbirt würde. Allein diese einfache chemische Ansicht hat durch spätere, genauer angestellte Untersuchungen keine Bestätigung erhalten. Man suchte nun die entgegengesetzte Ansicht geltend zu machen, daß nämlich die Galle nur eine Excretion sei, die für den Verdauungsproceß keine weitere Bestimmung habe. Man verglich bei den verschiedenen Thierarten die Leber mit den Respirationsorganen, und schloß aus dieser Vergleichung, daß die erstere um so mehr ausgebildet sei, je kleiner die letzteren sind, und daß die hier in den Lungen in geringerem Maße stattfindende Ausscheidung von Kohlenstoff aus dem Blute durch eine reichlichere, kohlenhaltige Excretion, durch die Galle ersetzt werde. Mehre Physiologen haben versucht, an lebenden Thieren den gemeinschaftlichen Gallengang von der Leber und der Gallenblase zu unterbinden. Brodie [1]) glaubte durch solche Versuche an Katzen gefunden zu haben, daß ohne Galle kein Chylus gebildet würde; allein der Chylificationsproceß kann leicht gestört werden durch viel geringere Einflüsse, als die Aufschneidung des Leibes und die Unterbindung des Gallenganges. Tiedemann und Gmelin stellten ähnliche Versuche an Hunden an, und fanden in den Contentis des Dünndarms keine andre wesentliche Verschiedenheit von ihrer normalen Beschaffenheit, als daß die Bestandtheile der Galle fehlten. Ich habe an mir selbst eine Erfahrung gemacht, die mit diesem letztern Resultat wohl übereinstimmt. In einem Alter von 18 Jahren wurde ich von einer Gelbsucht befallen, die kein anderes Leiden mit sich führte, als einen dumpfen Druck in der regio hepatis, und kaum Krankheit genannt werden konnte. Die Excremente gingen weiß ab und nach Verlauf einer Woche fing die Haut an, überall gelb zu werden, wodurch sich die Krankheit zuerst zu erkennen gab und die Anwendung von Mitteln veranlaßt wurde, welche nach dem zwölften Tag die Krankheit hoben. Während dieser ganzen Zeit mangelte nicht die Eßlust, und ich setzte meine gewöhnlichen Beschäftigungen in und außer dem Hause fort, ohne das geringste Zeichen von Mattigkeit oder von Kräfteverlust, die sich doch als nothwendige Folge gezeigt haben müßten, wäre in diesen zwölf Tagen der Chylificationsproceß unterbrochen gewesen.

Zieht man dagegen den Umstand in Betracht, daß bei den meisten Thieren die Galle in den Anfang des Darmkanals ausgeleert und hier mit den aus dem Magen kommenden Nahrungsstoffen vermischt wird, und daß

[1]) Journal of the Royal Institution of Great Britain. XIX. 341.

bei den Thieren mit Gallenblase sich die Entleerung derselben nur auf die Zeit der Verdauung beschränkt, so kann man, bei der Ueberzeugung, welche das Studium der Physiologie uns giebt und beständig mehr befestigt, daß in dem wunderbaren Bau des thierischen Körpers nichts ohne seinen wohlberechneten Zweck da ist, mit voller Sicherheit annehmen, daß die Galle, wenn sie auch für die Chylification keine conditio sine qua non ist, doch von wesentlichem Einfluß auf die Vollkommenheit ihres Verlaufes sein müsse.

Daß die Galle außerdem ein Excernendum sei, ersieht man daraus, daß die Excremente der Thiere nicht allein Producte der Metamorphose der Galle enthalten, sondern auch noch unzerstörte Galle, welche nicht bis zur vollständigen Metamorphosirung gelangt ist.

Endlich verdient noch die, unter dem Namen Bilis bubula spissata als Arzneimittel angewandte eingedampfte Galle erwähnt zu werden. Es ist schon oben bemerkt, daß sie Galle von weit vorgeschrittener Metamorphose enthält. Man könnte diese Veränderung bedeutend verhindern, wenn man vor der Abdampfung den Schleim, durch Vermischung mit einem gleichen Volumen Alkohol von 0,84, aus der Galle ausfällte, dieselbe filtrirte, den Alkohol wieder abdestillirte und die Galle dann im Wasserbade so weit abdampfte, daß sie nach dem Erkalten hart würde. Sie kann dann lange ohne Veränderung aufbewahrt werden.

J. J. Berzelius.

Galvanismus.

(In seiner Einwirkung auf den thierischen Körper.)

Jede elektrische Strömung, ihre Ursache sei welche sie wolle, ruft, indem sie den Organismus durchsetzt, gewisse, vorzüglich die Energien des Nervensystems betreffende Wirkungen hervor. Diese Effecte, welche ihrer Natur nach überall analog sind, richten sich rücksichtlich ihres Grades und ihrer Ausdehnung auf die einzelnen Theile des Organismus, theils nach der Quantität, theils nach der Intensität des elektrischen Stromes, theils nach der eigenthümlichen Sensibilitätsscala des einzelnen thierischen oder menschlichen Individuum. Nach den gegenwärtigen physikalischen Kenntnissen finden wir für die elektrischen Phänomene der Reibung, der Wärme, des Magnetismus, des sogenannten Contactes und der chemischen Zersetzung nur eine und dieselbe elektrische Grundlage, obgleich sich die speciellen Erscheinungen nach den verschiedenen Elektricitätsursachen oft mehr oder minder verschieden darstellen. Vorzüglich stehen in dieser Beziehung die Reibungselektricität auf der einen, die Thermo-, die Magnet- und die Contactelektricität auf der andern Seite. Das Gleiche zeigt sich auch bei den Wirkungen dieser verschiedenen Elektricitätserregungen auf den thierischen Organismus, sei es, weil die Oscillationen des elektrischen Fluidum andere sind, oder weil die nebenbei existirenden Erregungsursachen auf die Beschaffenheit oder wenigstens

die Wirkungen des elektrischen Stromes, eben so verändernd wirken, wie z. B. unter den Ponderabilien der Zusatz eines einfachen Elementes zu einem andern, andere physikalische und chemische Eigenschaften bedingt.

Da die meisten thierischen Theile mit Feuchtigkeit durchtränkt sind, so werden elektrische Strömungen durch dieselben leicht verbreitet und hindurch geleitet. Nur die Oberhaut, die Nägel, die Haare, die Wolle, die Federn und andere Horngebilde erscheinen im luftrockenen Zustande, den sie, wenn sie sich in älteren Stadien ihrer Entwicklung befinden, mehr oder minder darbieten, nach Maßgabe ihrer Größe als mehr oder minder starke Isolatoren. Sind sie dagegen durchfeuchtet, so leiten sie auch vermöge der sie durchtränkenden Flüssigkeit, indem das elektrische Fluidum nach Umständen entweder längs ihrer Oberfläche oder durch ihre Substanz hindurch, immer aber längs des kürzesten Weges und in einer seiner Größe entsprechenden Verbreitung fortgeht. Wahrscheinlicherweise wirken die meisten thierischen Theile in vollkommen trockenem oder selbst nur in lufttrockenem Zustande mehr oder minder isolatorisch, so daß jene Eigenschaft der Horngewebe nicht sowohl auf einer besondern innern Eigenthümlichkeit, als auf den Verhältnissen, unter welchen sie im lebenden Körper vorkommen, wenigstens zu einem großen Theile beruhen dürfte.

Die Wirkungen der Reibungselektricität waren vorzugsweise, ehe man die Phänomene der Contactelektricität kennen gelernt hatte, ein Gegenstand vielfacher Beobachtungen. Mit den einflußreichen Entdeckungen der galvanischen Erscheinungen und den daran sich knüpfenden Forschungen traten diese Bemühungen mehr in den Hintergrund. Nur therapeutische Zwecke blieben vorzugsweise im Auge.

Setzt man einen Menschen mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in unmittelbare Verbindung und läßt die den erstern durchfließende Elektricität in ihn eintreten, so fehlen alle irgend bedeutenderen Wirkungen, weil der elektrische Strom längs der Oberfläche des Körpers (oder durch denselben) gleitet und sich mit Elektricität des leitenden Fußbodens ausgleicht. Steht dagegen der Mensch unter den gleichen Verhältnissen auf einem isolirenden Fußboden, z. B. einem Isolirschemmel, so ist die umgebende Atmosphäre der einzige Körper, durch welchen ein Abfluß der Elektricität möglich wird. Da durch diese aber weit weniger hinweggeführt wird, als durch den Conductor hinzukommt, so häuft sich ein größeres oder geringeres Quantum von Elektricität auf der Oberfläche des menschlichen Körpers an. Der größte Theil, wo nicht alle Erscheinungen, welche unter diesen Verhältnissen oder, wie man es nennt, während dieses elektrischen Bades wahrgenommen werden, lassen sich nicht sowohl auf besondere eigenthümliche Wirkungen, als auf die Folgen der Ausströmung des überschüssig auf dem Körper angehäuften elektrischen Fluidum in die umgebende Atmosphäre oder einen andern nahen schlechten Elektricitätsleiter zurückführen. Die elektrische Strömung geht überall, wo Luft oder Dunst sich befindet, hin. Daher sich mit diesem Strome auch Aushauchungsströme bilden und durch neue ersetzt werden. Daher auch stärkere oder schwächere, deutlicher oder undeutlicher wahrnehmbare Vermehrung der Hautausdünstung (und der Absonderungen an den freien Oberflächen innerer Höhlungen). Beiderlei Arten von Strömungen können dann vielleicht schon mit einer sensiblen Perception in der Haut verbunden sein. Das Fortfließen selbst erzeugt die Empfindung eines schwachen Luftzuges, welcher oft mit einem geringen Grade eines Kältegefühls verknüpft ist. Bei höherm Grade kommen aber andere Perceptionen wahrscheinlich aus einem andern

Grunde zu Stande. Da nämlich die Reibungselektricität aus dünnen Körpern leichter als aus dicken, aus einer Reihe von Spitzen reichlicher als aus einem einfachen Conductor ausströmt, so wird ihr Austritt durch die (vorzüglich mit Oel oder Feuchtigkeit versehenen) Haare besonders begünstigt. Daher sich auch diese um so leichter in die Höhe richten, je energischer der Abführungsstrom, welcher durch sie oder an ihnen stattfindet, ist. Daher ihre Aufrichtung bei Annäherung des Entladens am häufigsten erfolgt. Daher auch in ihrer Nähe das Hautgefühl am leichtesten wahrgenommen wird. Höchst wahrscheinlich leitet man mit Recht selbst die Erscheinung, daß man die Empfindung hat, als wären die Haut des Gesichts oder andere mit feinen Härchen besetzte Hautstellen von Spinngeweben umgeben, davon her, daß sich bei der Ausströmung die kleinen Haare, dem verstärkten Strome folgend, aufstellen. Nach sorgfältigem Abrasiren derselben müßte diese Perception gänzlich aufhören oder sich wenigstens bedeutend vermindern. Andere Symptome, welche noch angegeben werden, wie Vermehrung des Pulsschlages, welche noch in neuerer Zeit von Friedländer wahrgenommen worden, Zusammenlaufen des Speichels, Vermehrung der Harnabsonderung, der Menstruation, Drang zum Stuhlgange und dgl., beruhen wahrscheinlich auf mehr zufälligen Nebencombinationen, als auf sicheren Wirkungen des elektrischen Bades.

Verläßt ein Mensch, in oder an welchem auf die oben geschilderte Weise ein Quantum Elektricität eingeleitet worden, den Isolirschemmel oder kommt er, während er sich noch auf demselben befindet, mit einem andern Menschen oder einem andern Leiter in Berührung, so springt der elektrische Strom noch vor dem unmittelbaren Contacte auf den letztern über. Die rasche und gewaltsame Mittheilung desselben erfolgt schon, wenn sich noch eine mehr oder minder dünne Schicht atmosphärischer Luft zwischen beiden befindet. Man nennt dann die Distanz, in welcher dieses geschieht, die Schlagweite. Sie hängt vorzugsweise von der Menge des angehäuften elektrischen Fluidum, dem Feuchtigkeitsgrade der umgebenden Atmosphäre und der Natur und der Form des entziehenden Leiters ab. Für das allgemeine Erscheinen dieser Phänomene ist es natürlich ganz gleichgültig, ob sich ein größeres Quantum von Elektricität nach und nach in dem Körper angehäuft hat oder ob dieser eine größere Menge des elektrischen Fluidum von einem stärker geladenen Conductor auf Ein Mal oder momentan empfängt. Eben so indifferent ist es im Ganzen, von welcher Körperstelle aus die Entladung geschieht, nur daß sie aus dünnen und langen Theilen, wie den Fingern, den Haaren, leichter und reichlicher erfolgt. In allen diesen Beziehungen verhält sich der Organismus durchaus wie jeder andere nicht schlecht leitende Körper. Diese Methode, Schläge zu ertheilen, hat man, wenn sie zu medicinischen Zwecken öfters hinter einander wiederholt wird, das elektrische Duschbad oder, wenn sich zwischen der Haut und dem Conductor ein poröser schlechter Leiter, z. B. Flanell, befindet und so das Durchschlagen nur durch die Atmosphäre, welche die Poren erfüllt, geschehen kann, das elektrische Regenbad genannt. Ihre Wirkung hängt von der Intensität des Schlages, der Größe seiner Dauer und den Zeitmomenten der Wiederholung desselben ab. In leichterm Grade haben wir sensible Perceptionen der Haut, wie Ameisenlaufen, Stechen, Prickeln derselben, Wärmeempfindung und dgl., und bei sehr sensiblen Menschen selbst Röthung, Entzündung und Bläschenbildung, vorzüglich an den Einströmungsstellen. Stärkere Schläge erzeugen die bald zu schildernden Effecte.

Um bedeutendere elektrische Entladungen mitzutheilen, sind vor Allem

Leidener Flaschen und Batterien derselben geeignet. Der Grund dieses Verhältnisses wird nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Physik in den Gesetzen der elektrischen Vertheilung gesucht. Sind zwei Leiter, z. B. zwei Stanniolblätter, durch einen Nichtleiter, z. B. eine Glasplatte vollständig getrennt, so erzeugt sich, je mehr positive Elektricität an der einen Platte auftritt, um so mehr negative an der andern. Die gegenseitige Spannung wird mit dem Wachsthume dieses Verhältnisses immer größer, so daß, wenn beide Platten in Verbindung gebracht werden, eine heftige Ausgleichung, ein heftiger Schlag entsteht. Ist dagegen die Tension zu stark, so kann bei der sich dann vergrößernden Schlagweite eine Selbstentladung leicht entstehen. Ueber den Grad dieser in der Leidener Flasche stattfindenden Spannung giebt dann das Laue'sche Elektrometer Aufschluß.

Je nach der verschiedenen Stärke des elektrischen Schlages kann sich eine sehr verschiedene Reihe von Symptomen, von geringen Verstärkungen der Einwirkungen des elektrischen Bades bis zu dem plötzlichen Tode, wie man ihn durch große Elektrisirmaschinen und bedeutende Batterieen künstlich hervorbringen kann und wie er in Folge des Blitzschlages nicht selten naturaliter eintritt, darstellen. Bei ganz geringen Schlägen zeigt sich Prickeln, Stechen oder Brennen, so wie oft einiges Wärmegefühl in der Haut, vorzüglich in und an der Stelle, wo die Elektricität einströmt. Bei stärkeren Schlägen dehnen sich diese Gefühle weiter aus, dringen mehr in die Tiefe und werden schmerzhafter. Es findet sich ein eigenes Knacken an einzelnen Körpergelenken, besonders den Hand- und vorzüglich an den Ellenbogen-, den Kniegelenken, einzelne Muskelzuckungen und nach Maßgabe der Intensität oder dieser und der Wiederholung des Schlages kürzere oder längere Zeit anhaltende Schwäche der Muskeln, subjective Sinneserscheinungen, wie Lichtbilder vor den Augen, subjective Gehörperceptionen, die Wahrnehmung eines eigenen, phosphorartigen Geruchs und bei geeigneter Durchströmung auch Geschmacksempfindung. Folgen die Schläge rasch auf einander und treffen sie anhaltend eine und dieselbe Hautstelle, so zeigen sich hier Schmerzhaftigkeit, Röthe, auch oft Bläschenbildung oder andere Folgen entzündlicher Reizung. Das eigenthümliche Gelenkknacken, welches bei ganz schwachen Schlägen ausbleibt, sich dagegen bei stärkeren um so mehr auf entfernter von der Schlagstelle gelegene Gelenke ausdehnt, je stärker der Schlag selbst ist, bedarf noch seinen ursächlichen Verhältnissen nach einer genügenden Erklärung. Vielleicht daß folgende Vorstellungsweise zur Zeit noch am Annehmbarsten wäre. Tritt der Strom durch einen Körpertheil hindurch und läuft nicht bloß längs der Oberfläche hin, so wird er wahrscheinlich von den Knochen, als den dichtesten Theilen des Körpers, am meisten angezogen[1]). Geht aber ein großes Quantum Elektricität durch dieselben hindurch, so muß in den Gelenken, wo sich minder anziehende Theile befinden, ein Ueberspringen nach dem benachbarten Knochen, ein Fortgang durch eine Schlagweite stattfinden, oder es muß die ganze, sich sonst auf Knochen und Weichgebilde vertheilende Elektricität durch die weichen Gelenktheile, deren Feuchtigkeit und deren Umgebungen überspringen. Daher wahrscheinlich der Schlag; daher dieser letztere auch um so stärker wird, je weiter die Knochen von einander abstehen; daher er heftiger am Ellenbogen-, als am Handwurzelgelenke, und am Kniegelenke am stärksten ist. Die Muskelzuckungen, welche die Reibungselektricität hervorruft, sind im Allgemeinen schwächer, als die, welche die

[1]) S. d. A. Elektricität.

Contactelektricität oder die anderen Elektricitätsarten zur Folge haben. In Betreff der subjectiven Sinneserscheinungen, welche im Ganzen bei der Reibungselektricität weniger erforscht sind, verweisen wir auf die Contactelektricität, da die Erscheinungen derselben unter beiderlei Verhältnissen auf denselben Principien zu beruhen scheinen. Nur was die Riechperception betrifft, so dürfte hier zu bemerken sein, daß nach den Beobachtungen von Schoenbein die Wahrnehmung eines phosphorähnlichen Geruchs nicht sowohl eine subjective, als eine objective ist, da sie nach ihm von einem eigenthümlichen einfachen Stoffe, Ozon genannt, herrührt. Die Hautreizungen, welche selbst hier schon mit Blutunterlaufungen verbunden oder von Geschwürsbildungen begleitet sein können, erscheinen unter diesen Bedingungen, obwohl sie nicht selten ziemlich schmerzhaft sind, noch unbedeutender.

Bei sehr energischen elektrischen Schlägen verstärken sich die genannten Symptome in so hohem Grade, daß Nervenlähmung oder selbst der Tod die Folge sein kann. An den Hautstellen, welche am meisten afficirt worden, erscheinen Verbrennungen, Sugillationen, welche nicht selten sternförmige oder zackige Formen darbieten, und selbst Zerreißungen. Die Geschwürsbildungen, welche so leicht im Gefolge dieser Verletzungen auftreten, werden leicht brandig und heilen im Ganzen schwer. Wie wir etwas Aehnliches an Theilen, deren Nerven gelähmt sind, oft wahrnehmen. Die Muskeln werden im Momente so sehr geschwächt, daß die unteren Extremitäten und vorzüglich die Kniee die Last des übrigen Körpers nicht mehr tragen und daher zusammenknicken. Nach heftigen elektrischen Schlägen bleibt dieses Schwächegefühl in den Kniegelenken oft Wochen lang zurück. Die Muskelparalyse, welche nicht selten in Folge heftiger Schläge, z. B. des Blitzes, auftritt, betrifft nicht bloß die den verbrannten, sondern auch entfernteren Körperstellen entsprechenden Muskeln. Hat die Paralyse Sensibilität und Mobilität zugleich getroffen, so hat man die Erfahrung gemacht, daß sich die Integrität der Empfindung früher einstellte, als das Schwächegefühl der Muskeln aufhörte. Ob dieses von ähnlichen Ursachen, wie bei der Contactelektricität, herrühre oder nicht, ist noch zu untersuchen. Der Kopf wird eingenommen oder es zeigt sich Ohnmacht oder Bewußtlosigkeit. Erfolgt der Tod, wie z. B. durch den Blitzschlag, so mangelt die Gerinnung des Bluts und mit ihr die Todtenstarre. Der Leichnam selbst soll weit eher in Fäulniß übergehen. Weßhalb der Blitz in seinen an der Haut hingehenden Spuren so leicht der Wirbelsäule, der Tibia und dgl. folgt, ist schon in dem Art. Elektricität besprochen worden. Die Angabe von Carresi, daß constant ein kleiner livider Fleck am innern Augenwinkel vorhanden sei, bedarf noch der Erhärtung durch künftige Erfahrungen.

Unter allen Arten von Electricitätserscheinungen sind die durch chemische Wechselwirkung oder den Contact hervorgerufenen Elektricitätsphänomene in ihren Einflüssen auf den menschlichen oder thierischen Organismus am ausführlichsten studirt worden. Daher wir auch bei diesen am längsten verweilen müssen.

Bekanntlich reagiren die Nerven der Thiere und des Menschen auf eingeleitete contactelektrische Ströme auf eine sehr empfindliche Weise, d. h. die von außen her zugeführten contactelektrischen Strömungen erregen Strömungen des Nervenfluidum. Es ist nun ein in der Physiologie der Gegenwart, wenn ich nicht irre, allgemein angenommener Satz, daß sogar der Nerve des lebenden oder noch reizbaren thierischen Theiles das empfindlichste Contactelektrometer sei. Dieser Ausspruch bedarf jedoch einer doppelten Limitation. 1) Wir wissen zwar durch

vielfache Versuche, daß die Strömungen der allgemeinen Agentien oder Imponderabilien unter gewissen Bedingungen einander wechselseitig erregen, daß Bewegungen des Lichts, der Wärme, des Magnetismus, der Elektricität, der Aggregatsverhältnisse und der chemischen Anziehung einander bedingen, und daß auch Strömungen des Nervenfluidum die Folge solcher Vorgänge sein können. Allein eben so sehr ist es bekannt, daß ein solches bestimmtes Verhältniß nicht immer die Strömungen aller anderen Imponderabilien in gleichem Maße hervorruft, sondern daß meist nur eines oder mehre der genannten Agentien in Wirksamkeit gesetzt werden, während die anderen mehr in den Hintergrund treten. Vorzugsweise ist z. B. die Schnelligkeit, mit welcher der elektrische Strom durchgeht, für die Erregung der Ströme anderer Agentien von bedeutendem Einfluß. Wir haben z. B. magnetelektrische Ströme, bei welchen die erregten Bewegungen des Lichts, der Elektricität und des Nervenfluidum vorherrschen, während die Erscheinungen der Wärme und der chemischen Verwandtschaft zurücktreten[1]). Eben so läßt sich erwarten, daß die contactelektrischen Apparate nach ihren verschiedenen Einwirkungen auf die Nerven verschieden wirken oder, wie man sich ausdrückt, verschiedene physiologische Effecte haben werden. Auch hierfür haben die Erfahrungen der neuesten Zeit einen sehr deutlichen Beleg geliefert. Die Grove'sche Säule, welche so heftig das Wasser zersetzt und in so bedeutendem Grade, nach de la Rive selbst im luftleeren Raume, Licht und Wärme entwickelt, besitzt eine sehr geringe physiologische Wirkung, so daß hier sogar ausnahmsweise Funkenbildung und physiologischer Effect nicht parallel gehen. Allein auch 2) die Verhältnisse der gewöhnlichen Zink-Kupfersäule eignen sich, um darzuthun, daß die Nerven nicht immer das feinste Elektrometer sind. Mit unmittelbarer Application von Elektroden oder der Platten selbst von Zink-Kupfersäulen ist hier der Beweis nicht zu liefern. Denn ich erhielt bei eben getödteten Fröschen noch starke Zuckungen, wenn ich den positiven Pol einer Zink-Kupferkette, deren beide Platten nur eine Quadratlinie Durchmesser hatten, an den Nerven, den negativen an den Muskel applicirte, während sich zwischen beiden Plättchen mit destillirtem Wasser durchfeuchtetes Löschpapier als Leiter befand. Eben so drehte sich dann die Magnetnadel des Schröder'schen Galvanometers mehre Male im Kreise herum. Dagegen passen mitgetheilte Ströme zu solchen Beweisführungen. Umwickelte ich ein ungefähr 1 Fuß langes und 1½ Linie dickes mit Kupferdraht schon früher umgebenes Hufeisen von weichem Eisen mit zwei, je 10 Fuß langen gleichläufigen Messingdrähten, deren Enden zu Einem Drahte zusammengewunden wurden, so ergab sich, wenn ich die Kupferdrähte mit einem einfachen Zink-Kupferplattenpaare, welches durch destillirtes oder durch Salzwasser verbunden war, die Messingdrähte mit den Näpfen des Galvanometers zusammenbrachte, bei dem Schlusse der Kette eine mit der Richtung des ursprünglichen Stromes gleichläufige Deviation von 10° — 20°. Blieb die Kette geschlossen, so ruhte die Magnetnadel zuletzt immer auf 0°. Bei dem Oeffnen derselben schwankte sie nach der entgegengesetzten Richtung um 2 — 5°. Während diese Einwirkungen auf die Magnetnadel constant blieben, zeigte es sich bei sehr zahlreichen Versuchen eben so beständig, daß dieser secundäre Strom, wenn die Messingspitzen an Nerv und Muskel des präparirten Froschschenkels applicirt wurden, nie die geringste Spur von Oeffnungs- oder Schließungszuckung

[1]) S. weiter unten über die physiologischen Wirkungen der inducirten Ströme.

hervorrief, selbst wenn man eine aus 5 runden 3½ Zoll im Durchmesser haltenden Plattenpaaren oder aus 25 dünnen 1½ zölligen Plattenpaaren bestehende Säule bei Leitung mit Salzwasser anwandte. Wir haben also hier einen secundären, ursprünglich von Contactelektricität herrührenden Strom, welcher keinen physiologischen Effect mehr hat, während er auf ein mit astatischen Nadeln versehenes, sensibles Galvanometer noch einwirkt. Steht aber auch hier die physiologische Wirksamkeit erst in der zweiten Rangstufe, so eilt ihr doch die elektrochemische noch nicht voran. Bestand die Combination in Kupfer, Salzwasser und Zink, so schied sich bei unmittelbarer Application der Elektroden das braune Jod des Jodkaliumpapiers sogleich an dem dem Kupfer entsprechenden Ende ab. Durch das oben genannte Hufeisen konnte aber in keiner Weise ein Effect der Art hervorgerufen werden, wie denn überhaupt secundäre mitgetheilte Ströme in ihren chemischen Wirkungen sehr zurücktreten.

Während nun die Grove'sche Säule den Beweis liefert, daß chemisch elektrische Strömungen nicht immer mit verhältnißmäßigen physiologischen Wirkungen verknüpft sind, während die obigen Erfahrungen zeigen, daß von contactelektrischen Ursachen ausgehende secundäre Ströme viel eher durch die Magnetnadel, als durch die Wirkungen des Nervenfluidum zur Anschauung gebracht werden können, während so die Natur des Nervenfluidum als des feinsten Galvanometer sehr problematisch wird, lehren die Untersuchungen von Wilhelm und Eduard Weber, daß auch die Leitungsfähigkeit für Elektricität in den Nerven geringer ist, als sich vielleicht nach rein theoretischen Ansichten erwarten ließe. Sie fanden nämlich mittelst eines an dem Gauß'schen Apparate angebrachten großen, constant große galvanische Strömungen liefernden Inductionsapparates, daß kein thierischer Theil die Elektricität so gut leitet, daß er in dieser Beziehung mit den reinen Metallen irgendwie verglichen werden könnte. Die meisten Organe verhalten sich hierbei, wie destillirtes Wasser, welches mit Blut, Salzen und dgl. versehen ist, d. h. ihr Widerstand ist 10 — 20 mal geringer, als der, welchen reines Wasser von derselben Temperatur entgegenstellt. Nun leitet nach ihnen bis auf 0,6° C. erkaltetes destillirtes Wasser um 6849 Millionen Mal schlechter, als metallisches Kupfer. Bei Wasser von 37,7° sinkt diese Zahl auf 3881 Millionen. Nehmen wir auch für die thierischen Theile und vorzüglich die Nervenprimitivfasern $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ dieses Werthes an, so bleiben, wie man sieht, diese organischen Gebilde immer noch in sehr bedeutendem Nachtheil.

Die Strömungen des elektrischen Fluidum erregen Strömungen des Nervenfluidum, die Richtungen seien centripetal oder centrifugal. Jede nervöse Primitivfaser reagirt dann in der ihrem Anfange und ihrem Ende entsprechenden Energie. In den centripetalen sensuellen Fasern erscheinen subjective Sinnesempfindungen, in den centripetalen sensiblen subjective Schmerzens- und Temperaturempfindungen, in den centrifugalen dagegen Bewegungen. Wie weit die Empfindlichkeit der sensuellen Fasern für die elektrischen Reize gehe, läßt sich selbst im Allgemeinen nicht bestimmen, da wir allein auf Experimenten, welche an dem Menschen angestellt worden, in dieser Beziehung fußen könnten, bei uns aber eine unmittelbare Application der Elektroden an den Sinnesnerven durchaus unmöglich ist. Legen wir aber die Leitungsdrähte an die zunächst gelegene Hautstelle, z. B. an die Augenlieder an, so erleidet vielleicht der elektrische Strom, indem er durch die feuchten übrigen Weichtheile des Auges und der Augenhöhle hindurch geht, modificirende Einwirkungen. Hierfür spricht auch schon der Umstand,

daß die galvanischen Lichtfiguren sich verändern und unvollständiger werden, sobald sich die Applicationsstelle der Elektrode von der Netzhaut und dem Sehnerven entfernt, z. B. an die Haut der Stirn, der Wange und dgl. rückt. Anderseits deuten aber gerade solche Erfahrungen darauf hin, daß der N. opticus eine sehr große Empfänglichkeit für galvanische Reize habe. Denn bekanntlich ruft das Einbringen eines Zink- und eines Kupferstabes in die Mundhöhle und nachfolgendes Schließen der Kette eine subjective Lichterscheinung hervor, während subjective Töne und subjective Gerüche noch nicht wahrgenommen werden. Bei dem Geruchsorgane überwindet sehr leicht der Eindruck, welchen die sensiblen Nerven der Nase empfangen, den der sensuellen, so daß früher Reiz, Schmerz, Veränderung der Absonderung der Nasenschleimhaut und Niesen, als subjectiver Geruch aufzutreten scheint. Ordnen wir die vier höheren Sinnesnerven nach ihrer ungefähr bestimmten Empfindlichkeit für galvanischelektrische Ströme, so dürften wir folgende aufsteigende Reihe erhalten: Geruchsnerve, Hörnerve, Sehnerve und Geschmacksnerve. Wo subjective Geruchsempfindung entstehe, ist noch gar nicht genauer bestimmt. Bei gewöhnlichen schwachen oder mäßig starken Volta'schen Säulen bedarf es der Application einer oder der beiden Elektroden an das Gehörorgan, wenn subjective Gehörempfindungen zu Stande kommen sollen. Nur bei ganz starken Schlägen oder solchen, welche den Kopf zunächst durchsetzen, tritt Ohrensausen, Ohrenpfeifen von selbst als begleitendes Phänomen ein und führt aus Gründen, die noch in der Folge angeführt werden, leichter Betäubung mit sich und hält auch länger an. Des Beleges für die größere Empfindlichkeit des Gesichtsorgans wurde schon Erwähnung gethan. Von der äußerst großen Empfänglichkeit des Geschmacksorgans kann man sich leicht überzeugen. Bei einer einfachen Zink-Kupferkette mit Plättchen von 1 □ Linie Durchmesser und unter Schließung durch concentrirte Salzlösung nahm ich an der positiven Elektrode noch deutliche Geschmacksempfindung wahr. Es frägt sich auch, ob die sensiblen Nerven gegen so kleine Ketten ebenfalls in gleichem Grade empfindlich sind. Die Analogie mit den motorischen Nerven spricht sehr für eine bejahende Antwort. Jedoch wird die experimentelle Entscheidung sehr schwer, da die Schmerzensempfindung so gering ist. Verletzte Hautstellen aber sind mit weniger Sicherheit zu benutzen. Leichter erscheint die Beobachtung bei den bewegenden Fasern. Legte ich z. B. bei einem mittelgroßen Frosche im Sommer den N. ischiadicus bloß und isolirte ihn durch eine untergeschobene Glasplatte, so erhielt ich mittelst der einfachen Kette von 1 □ Linie Oberfläche bei centrifugalem Strome (d. h. mit dem positiven oder Zinkpole nach Gehirn und Rückenmark, mit dem negativen nach den Zehen) meist nur Schließungszuckungen (d. h. bei dem Ansetzen der Elektroden an den Nerven oder Schließung der Kette durch denselben) und nur selten Oeffnungszuckungen; bei centripetalem Strome (also im Widerspruche mit dem Marianinischen Gesetze) fast nur Schließungszuckungen und keine Oeffnungszuckungen, selten eine Oeffnungszuckung ohne vorhergegangene Schließungszuckung. Man bedient sich daher bei physiologischen Versuchen mit Recht der motorischen Nervenfasern des Frosches, um die Einwirkungen galvanischer Ströme zu prüfen. Theils um unnöthige Grausamkeit zu verhüten, theils weil dann nach neurophysiologischen Gesetzen die Bewegungsreaction stärker, wenigstens regulirter und oft intensiver auftritt, wird das Thier enthauptet. Man schneidet nun entweder ein Hinterbein hinweg, entfernt alle Theile des Oberschenkels mit Ausnahme des Hüftnerven und

enthäutet Unterschenkel und Fuß, oder man nimmt die Enthäutung beider hinteren Extremitäten vor, trennt von ihren Oberschenkeln alle Theile bis auf die Hüftnerven und läßt die Unterschenkel und Füße durch die Hüftnerven mit dem Rumpfe in Verbindung. Bei der letzten Operationsweise, die freilich etwas mühsamer ist, erhält sich, da die Ladung von dem Rückenmarke aus fortgeht, die Reizbarkeit oft länger. Sie ist daher, wo man an einem und demselben Thiere längere Zeit hindurch operiren will, vorzuziehen. Man kann nun das Präparat auf eine Glasplatte legen oder, um die Leitung der dem Glase anhaftenden Flüssigkeitschicht zu vermeiden, das Ganze an einem Faden aufhängen. Das letztere hat den Nachtheil, daß die Schwere der Extremität an den Nerven zerrt und daß dadurch ein Theil der Reizbarkeit verloren geht.

Gegen stärkere galvanische Strömungen reagiren die motorischen Nervenfasern und die Muskelsubstanz zu allen Zeiten; gegen schwächere dagegen nur bei höheren Graden der Reizbarkeit. Bei Fröschen trifft man diese im Allgemeinen zu oder vor der Begattungszeit (in kalter Herbstzeit) und in heißen Sommertagen an. Es sind daher die delikaten Versuche, besonders mit sehr schwachen Ketten, vorzüglich zu den genannten Zeiten anzustellen. Die feuchten thierischen Theile bilden bei allen diesen Experimenten den mit Flüssigkeit durchtränkten Leiter. Bisweilen, und besonders wenn nur Ein äußerer Körper zur Kettenbildung angewendet wird, stellen sie den Einen Erreger und den Leiter zugleich dar. In der ganzen Region, durch welche der Strom hindurch geht, können alle motorischen Fasern zu centrifugalen Strömungen ihres Nervenfluidums angeregt werden. Es kann so Contraction entstehen. Während diese sich bisweilen vorzüglich bei einzelnen Muskeln einstellt, vermag anderseits der Strom, besonders wenn er stark ist, durch die Feuchtigkeit der thierischen Theile fortgeführt zu werden. Es erzeugen sich so Convulsionen entfernterer Muskeltheile.

Die Application der beiden Elektroden, oder, wo nur ein äußerer Körper angewandt wird, die Anlegung von diesem kann aber auf dreifachem Wege geschehen: 1) Anlegung an den Nerven allein. 2) Anlagerung an Nerve und Muskel, und 3) Anlagerung an den Muskel allein. Da bei Nr. 3. der Effect wahrscheinlich nur dadurch bedingt wird, daß durch die Feuchtigkeit des thierischen Theiles der Strom bis zu den in dem muskulösen Theile enthaltenden Nervenzweigen und Nervenenden geleitet wird, so erhellt schon hieraus, wie diese Applicationsweise die am wenigsten sensible sein muß. Bei Anlegung an den Nerven wendet man sich natürlich direct an den Theil, in welchem die Strömungen des Nervenfluidums entstehen. Allein die beiden Berührungspunkte der Elektroden oder die eine Berührungsfläche des äußern angelegten Körpers trifft mehr homogene chemische Substanzen und organische Theile. Bei Anlegung an Nerve und Muskel dagegen sind auch die Applicationspunkte heterogen, verstärken hierdurch meist die Wirkung und rufen dieselbe so hervor, daß diese Anlegungsweise mit wenigen in der Folge zu erwähnenden Ausnahmen sensibler als die an den bloßen Nerven ist.

Alle Erzeugungsarten galvanischer Ströme scheinen auch geeignet zu sein, physiologische Wirkungen hervorzurufen. Bei einigen erfolgen nun diese unmittelbar, bei anderen erst nach Erfüllung gewisser Nebenbedingungen, bei einigen sehr stark, bei anderen schwächer. Die meisten bis jetzt vorliegenden Untersuchungen betreffen, wie schon bemerkt wurde, diejenigen galvanischen Ströme, welche durch Contactelektricität, d. h. durch geringere oder größere chemische Einwirkung, erzeugt werden. Bei den eigentlich che-

mischelektrischen, den thermoelektrischen und den magnetoelektrischen Einwirkungen hat man sich bis jetzt nur mehr im Allgemeinen bemüht, ihre physiologischen Wirkungen nachzuweisen, als ihre Specialien zu studiren.

I. Contactelektrische Strömungen. Zur Erzeugung physiologischer Effecte sind keineswegs bloß zwei durch einen sie und sich chemisch verändernden Leiter in elektrischen Gegensatz gebrachte Metalle nothwendig. Auch Ein Metall oder bloß thierische Theile, welche zur Bildung und Schließung der Kette gebraucht werden, können hier Effecte hervorrufen. Da die ersten so äußerst zahlreichen galvanischen Versuche sich besonders mit den physiologischen Wirkungen beschäftigten, so liegen in dieser Beziehung Experimente in fast allen möglichen Modificationen vor. Der Kürze wegen dürfte es am zweckmäßigsten sein, die Hauptgesetze darzustellen und sie durch einzelne Experimente zu beweisen.

1) Contactelektrische Spannungen, welche so schwach sind, daß sie momentan keine Zuckungen hervorrufen, erzeugen diese bei dem Aufheben des Contactes (und der gegenseitigen chemischen Einwirkung), wenn dieser einige Zeit gedauert hat. Man lege den Hüftnerven eines präparirten Froschschenkels auf ein Metallblech, z. B. eine Zinkplatte. Im Momente der Berührung erfolgt, wenn die Reizbarkeit nicht sehr groß ist, keine Zuckung. Wartet man einige Zeit und hebt dann mittelst einer Glasspitze den Nerven ab, so stellt sich, ehe noch das Abheben vollendet ist, heftige Zusammenziehung ein. Diese erzielt man, der Unterschenkel allein oder dieser und das Metall mögen isolirt sein oder nicht. Die Einwirkung der verschiedenen Metalle bei diesem Versuche läßt sich selbst approximativ nur schwer bestimmen. Er gelang mir bei Zink, Kupfer, Silber, Platin, Gold, Eisen. Wie es aber schien, wirkten Zink, Platin und zum Theil Gold besonders ein. Bei ganz reinem Platinblech, welches vorher mit Salpetersäure abgewaschen und mit Schmirgelpapier abgerieben und blank war, zeigten sich oft heftige Oeffnungszuckungen, oft während des ganzen Aufliegens anhaltende Contractionen. Reibung und vorzüglich Erwärmung erhöhen die Wirkung. Giebt das Auflegen des Hüftnerven auf Platinblech z. B. keine Zuckungen mehr, so gelingt es bisweilen, doch sehr oft auch nicht, diese hervorzurufen, sobald man das Blech mit dem Nagel etwas reibt. Im Allgemeinen sicherer wirkt die Erwärmung, nach welcher oft selbst schon bei dem Schließen, wenn dieses früher nicht der Fall war, heftige Convulsionen eintreten. Es versteht sich von selbst, daß die Temperatur nicht so hoch sein darf, daß sie selbst, als starker Reiz einwirkt. Daß die Wirkung des Metalles hier von wesentlichem Einflusse sei, lehrt der Umstand, daß das Auflegen des Nerven auf eine Glasplatte des Erfolges entbehrt.

2) Contactelektrische Spannungen, welche so schwach sind, daß in dem Momente ihres Entstehens oder des Schlusses der Kette keine Zuckung zu Stande kommt, werden durch Bewegung, Friction und dgl., des Nerven so sehr percipirt, daß Convulsionen erscheinen. Ist die Reizbarkeit nicht so stark, daß bei dem Auflegen des Nerven auf die Metallplatte eine Schließungscontraction hervorgerufen werden kann, so erzielt man bisweilen diese, wenn man von einer Höhe hinab den Nerven auf das Metall fallen läßt oder sehr vorsichtig und leise reibt. Daß es nicht der mechanische Fall oder die Reibung ist, welche den Effect hervorruft, erhellt wiederum daraus, daß

unter den geeigneten Vorsichtsmaßregeln der Erfolg ausbleibt, wenn man statt des Metalles eine Glasplatte wählt.

3) Durch den einfachen Contact thierischer Theile entsteht eine so schwache elektrische Spannung, daß bei sehr großer Reizbarkeit Zuckungen möglich werden. Dieses Feld sehr delicater Versuche wurde zuerst von Volta eröffnet, dann besonders durch Alex. von Humboldt gefördert und später von Anderen, wie Ritter, Pfaff, Joh. Müller, Nobili, Marianini, Mateucci und Anderen gepflegt. Sollen Experimente der Art glücken, so bedarf es eines sehr hohen Grades von Reizbarkeit. Diesseit der Alpen hängt daher das Gelingen dieser Versuche von dem Zufalle glücklicher Combinationen ab. Häufiger gelangt man in warmen Klimaten zu erwünschten Resultaten. Daher auch viele der genannten italienischen Forscher von diesen Erfolgen als constanten sprechen. Volta bemerkte zuerst, daß, wenn man bei einem präparirten Frosche den Gastrocnemius gegen den Oberschenkel zurückbiegt, Zuckungen entstehen. Alex. von Humboldt[1]) machte zuerst drei hierher gehörende Cardinalversuche. Er erhielt Zuckungen, a) indem er Nerve und Muskel eines präparirten Schenkels durch ein an einen isolirenden Griff von Siegellack befestigtes Muskelstück berührte — ein Experiment, welches auch Joh. Müller gelang — oder den Gastrocnemius gegen den N. ischiadicus zurückbog; b) indem er die Kette zwischen Nerve und Muskel durch ein Stück Nerve schloß, und c) indem er an den Nerven ein Stück, an den Muskel ein anderes Stück Muskelfleisch legte und beide Muskelpartieen unmittelbar oder durch ein drittes Muskelstück in Contact brachte. Es läßt sich nach den noch zu erörternden Gesetzen erwarten, daß vielleicht auch bei bloßer Berührung des M. gastrocnemius mit einem Stücke Muskelfleisch Contractionen wahrgenommen werden. Allein so viel ich weiß, ist dieser Versuch noch nicht geglückt. Dagegen erregte ich in günstigen Fällen ebenfalls Zuckungen, indem ich den Gastrocnemius gegen den N. ischiadicus zurückbog oder sogar nur den letztern mit einem Muskelstücke desselben oder eines andern Frosches berührte. Dadurch, daß ich ein Muskelstück an den untern, ein zweites an den obern Theil des Gastrocnemius anlegte und mittelst eines dritten die Kette schloß, konnte ich bis jetzt keine Zuckungen erzielen. Dagegen erfolgten diese, wenn der Gastrocnemius mit dem einen, der Nerve mit dem andern Muskelstücke armirt war, selbst dann noch, wenn bloße Anlegung eines einfachen Muskelstückes oder der Kette an den Nerven keinen Effect mehr hatte. Auf die bei diesen Contractionen erscheinenden Einflüsse der Richtung der Ströme werden wir in der Folge noch zurückkommen.

4) Zur Erzeugung physiologischer Wirkungen kann Ein erregendes Element hinreichen. Wir haben schon angeführt, daß bei großer Reizbarkeit Berührung des Nerven mit Einem Muskelstücke Zuckungen hervorruft. Bei lebhafter Irritabilität erregt Application Eines Metalles, z. B. von Kupfer, Convulsionen. Dasselbe sieht man schon leichter, wenn der Nerve mit einem Theile seiner Oberfläche auf einer Metallplatte aufgelegt wird. Ist die Reizbarkeit größer (und die Metallplatte massiger), so erhält man hier eine heftige Schließungszuckung. Bei schwacher Einwirkung entsteht, wie schon erwähnt worden, eine Oeffnungszuckung. Unter günstigen Verhältnissen können sich sogar beide einstellen. Am leichtesten erfolgen aber die Convulsionen und setzen auch den geringsten Grad von Reiz-

[1]) Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser Bd. I. S. 34 — 39.

barkeit voraus, wenn das Metall an Nerve und Muckel applicirt wird. In allen Fällen entsteht zwischen dem berührenden Körper und den berührten organischen Theilen eine chemische Gegenwirkung und eine chemische Stromesspannung, welche sich durch den feuchten thierischen Theil fortpflanzt und bei diesem Wege unter den geeigneten Verhältnissen Vergrößerungen und deren objective Effecte erzeugt. Um Wirkungen der Art zu haben, bedarf es wahrscheinlich nicht immer thierischer oder metallischer Erreger oder Leiter. Nobili erhielt schon Zuckungen, wenn er den Vordertheil oder den Hüftnerven in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, den Unterschenkel und den Fuß in ein anderes tauchte und beide Gefäße durch einen befeuchteten Baumwollendraht verband. Diesem Versuche fehlt aber freilich aus Gründen, welche unter Nr. 5. erwähnt sind, das definitiv Beweisende.

5) Die aus zwei Metallen und Einem feuchten Leiter, der zugleich noch die chemische Einwirkung befördert, bestehenden Ketten oder Säulen setzen, um physiologische Effecte hervorzubringen, den geringsten Grad von Reizbarkeit voraus. Hiervon kann man sich an Froschpräparaten leicht überzeugen. Wenn schon die früher genannten Versuche im Erfolge versagen, lassen sich noch durch sehr kleine Zink-Kupferketten physiologische Wirkungen erzielen. Natürlicherweise richtet sich diese einerseits nach der Quantität und Qualität der Reizbarkeit, und anderseits unmittelbar nach der Quantität und der Intensität des galvanischen Stromes, und mittelbar nach der Größe und Beschaffenheit der Erreger und Leiter. Bei einer trockenen Zink-Kupfersäule von 40 runden Platten von 2″ Durchmesser erhielt ich, selbst wenn sie erwärmt wurde, an Froschschenkeln, die noch für ein mit Wasser verbundenes Plattenpaar sehr empfindlich waren, gar keine Wirkung. Jeder als Leiter gebrauchte Körper aber, welcher an dem Erreger eine größere chemische Veränderung hervorruft und dadurch selbst als Erreger und Leiter zugleich wirkt, somit auch mehr Galvanismus in Spannung treten läßt, wirkt auch hier um so intensiver. Daher zeigt sich z. B. bei Zinkkupferplatten destillirtes Wasser schwächer, als Kochsalzlösung, diese schwächer, als verdünnte Schwefelsäure und dgl. mehr. Was die trockenen Erreger betrifft, so beruhen die hierüber von Ritter und von Heidmann angestellten Untersuchungen auf Prüfungen der physiologischen Wirkungen auf Froschschenkel. Wie Pfaff schon richtig bemerkt, hat sich aber bei den Heidmann'schen Versuchen ein Fehler der Experimentirungsmethode eingeschlichen. Aus Gründen, welche wir in der Folge einsehen werden, ist unter gewissen Voraussetzungen, wenn man die beiden Hüftnerven des Frosches mit zwei verschiedenen Metallen armirt und dann die Kette unmittelbar schließt, dasjenige Metall, welches an der Seite des die Schließungszuckung darbietenden Schenkels liegt, als der positive trockene Erreger anzusehen, während dasjenige, welches sich an dem die Oeffnungszuckung darbietenden Schenkel befindet, die Rolle eines negativen trockenen Erregers hat. Indem aber Heidmann diese Versuche anstellte, verband er die beiden Metalle nicht unmittelbar oder durch einen Metalldraht, sondern durch einen feuchten leinenen Faden. Dadurch resultirte ein doppeltes Spannungsverhältniß. Jedes der beiden Metalle wirkte einerseits auf den berührten Nerven, anderseits auf die feuchte Schnur. Es fiel daher auch das Platin z. B. bei diesen Versuchen zu negativ aus. Die mit Hülfe der physiologischen Effecte gefundene Bestimmungsreihe der trockenen Erreger, wie sie Ritter angegeben, würde uns zwar hier allein interressiren. Da sie

jedoch ebenfalls in ihrer Reihe ziemlich unzuverlässig ist, so wollen wir die von Poggendorff, Marianini und Pfaff durch Magnetnadel und Condensator bestimmten Spannungsreihen hinzufügen. Die folgende Tabelle beginnt mit dem negativen und schließt mit dem positiven trockenen Erreger. Jeder von diesen ist im Verhältniß zu dem vorhergehenden positiv, zum folgenden negativ:

Ritter.	Poggendorff.	Marianini.	Pfaff.
Krystallisirtes Manganoxyd.	Mangansuperoxyd.	Lange der Luft ausgesetzte Kohle.	Krystallisirtes Graubraunsteinerz.
Graphit.	Graphit.	Graubraunsteinerz.	Schrifterz.
Palladium.	Platin.	Schwefelkies.	Wolfram.
Arsenikkies.	Kohle.	Magnetkies.	Graphit.
Kupferkies.	Bleiglanz.	Arsenikkies.	Titanoxyd.
Schwefelkies.	Gold.	Graphit.	Pecherz.
Kupfernickel.	Tellur.	Tellur.	Uranoxydul.
Zinngraupen.	Schwefelkies.	Gold.	Wasserblei.
Bleiglanz.	Schwefelkupfer.	Platin.	Arsenikkies.
Kohle.	Quecksilber.	Kupferkies.	Kupfernickel.
Silber.	Nickel.	Kobaltglanz.	Zinngraupen.
Quecksilber.	Silber.	Fahlerz.	Bleiglanz.
Gold.	Chrom.	Arsenik.	Kupferkies.
Platin.	Arsenik.	Nickel.	Kupferglanzerz.
Spießglanz.	Antimon.	Kohle (frisch bereitet).	Schwefelkies.
Messing.	Wismuth.	Bleiglanz.	Glaserz.
Kupfer.	Kobalt.	Rothgültigerz.	Kohle.
Arsenik.	Kupfernickel.	Antimonsilber.	Silber.
Kobalt.	Magneteisenstein.	Quecksilber.	Quecksilber.
Wismuth.	Kupfer.	Silber.	Gold.
Eisen.	Messing.	Antimon.	Platin.
Zinn.	Uran.	Arsenik.	Spießglanz.
Blei.	Stahl.	Kupfer (angelaufenes).	Kupfer.
Zink.	Eisen.	Nickel.	Arsenik.
	Zinn.	Wismuth.	Kobalt.
	Blei.	Kupfer (glänzendes).	Wismuth.
	Mangan.	Messing.	Eisen.
	Kadmium.	Magneteisen.	Zinn.
	Zink.	Eisen.	Kadmium.
		Mangan.	Blei.
		Zinn.	Zink.
		Blei.	
		Kohle (indem die lebhaft brennende Flamme in Wasser getaucht wird).	
		Zink.	

Zinkamalgam ist noch positiver als Zink. Nach den Beobachtungen von Jacobi werden sogar Verbindungen von Zink, Zinn und Quecksilber, Zink, Zinn, Blei und Quecksilber, und Zinn, Blei und Quecksilber positiver, als Zink und selbst Zinkamalgam. Wegen des geringeren Uebergangswider-

stands erhält man durch Zink und Eisen stärkere Ketten, als durch Zink und Kupfer, Zink und Platin, Zink und Silber[1]).

6) Wie die Stärke des galvanischen Stromes mit der Vermehrung der Plattenpaare zunimmt, so verstärkt sich dann auch die physiologische Wirkung. Der Beweis für diesen bekannten Satz kann nicht sowohl durch die Reaction der motorischen centrifugalen Nervenfasern, welche, wie wir gesehen haben, schon auf sehr kleine Ketten durch stärkere Bewegungen antworten, als durch die Energieen der centripetalen, sowohl der sensuellen als der sensiblen Fasern geliefert werden. Einfache Ketten erzeugen unmittelbar auf das Gefühlsvermögen keine Wirkungen. Nur durch die später anzugebenden Verstärkungsmittel sind diese zu erreichen, aber auch dann bis zum unerträglichen Gefühle zu steigern. Daß sich bei Säulen nach der Zahl der Plattenpaare die Effecte vermehren, ist zuerst von Volta gezeigt und wohl in jedem physikalischen Cabinette der Welt bestätigt worden. Eine andere Frage entsteht aber, ob nämlich bei einer bestimmten Größe der Plattenpaare und Stärke der Zwischenflüssigkeit ein Maximum der Zahl, über welches hinaus sich die physiologischen Wirkungen nicht mehr verstärken oder gar etwa abnehmen, existire. Man könnte sich nämlich gerade diesen Fall bei den physiologischen Effecten, wenn man die Gesetze der Reizbarkeit in Erwägung zieht, wohl denken. Wir wissen, daß die thierische Irritabilität durch schwache Reize angeregt, durch mäßig starke noch mehr verstärkt, durch zu starke gelähmt wird. Hierauf beruht auch die tödtliche Einwirkung allzuheftiger elektrischer Schläge, z. B. des Blitzes, großer Entladungen starker Leidener Batterieen und dgl. Es läßt sich daher erwarten, daß bei zunehmender Vermehrung der Säule die physiologischen Wirkungen abnehmen, während die chemischen, die thermischen, die magnetischen zunehmen. Die Verringerung des physiologischen Effects läge so nicht in der Säule, sondern in dem thierischen Geschöpfe oder dem animalischen Theile, welcher die galvanische Strömung auszuhalten hat. Anderseits konnte aber auch die Intensität und die Schnelligkeit des Stromes selbst diese Eigenthümlichkeit bedingen. In den vergleichenden Experimenten von Ritter jedoch, wo mit Zunahme der Plattenpaare die Veränderungen der Funkenbildung, der Wasserzersetzung und der physiologischen Effecte untersucht wurden, zeigte sich zuerst ein Maximum für die Verbrennungserscheinungen und später für die Wasserzersetzung. Für die physiologische Einwirkung dagegen war kaum eine Maximalgrenze zu finden. Die Säule bestand aus 1000 Ketten von Zink und Kupfer und mit Salzlösung durchfeuchteten Tuchscheiben von 1¾ Quadratzoll Berührungsfläche. Das Maximum der Verbrennung fiel bei 200; das der Wasserzersetzung bei 300. Die physiologische Wirkung nahm aber immer noch zu, als man selbst die Zahl der Ketten bis auf 1500 steigerte. Wurde als Befeuchtungsmittel Salmiaklösung genommen, so fiel das Maximum für die Funkenbildung zwischen 600 bis 800; für die chemische Zersetzung noch nicht bei 2000. Die Erschütterungen nahmen bis 2000 so sehr zu, daß der Analogie nach das Summum der physiologischen Effecte erst bei 18000 bis 20000 zu erwarten sein dürfte. Nach Gesetzen, welche in der Folge erörtert werden sollen, fühlt man bei gewöhnlichen Säulen von 10 — 50 Plattenpaaren und mehr bei dem Anfassen der Drähte mit trockener Haut gar Nichts. Die Wirkungen werden kenntlich, wenn die Haut mit Wasser durchnetzt ist und

---

[1]) M. J. Roberts und Poggendorff.

verstärken sich, sobald man sie mit Salmiaklösung oder Kochsalzsolution oder verdünnten Säuren befeuchtet. Ist dagegen die Zahl der Plattenpaare stärker, so erhält man auch bei der Schließung der Säule durch die trockene Haut heftige Schläge. Jedoch selbst unabhängig von der Zahl und der Größe der Plattenpaare zeigt sich bei vielen Zink-Kupfersäulen eine periodische Schwankung, die wahrscheinlich in den wechselnden elektrochemischen Verhältnissen ihren Grund hat. Man sieht oft, daß sich der physiologische Effect einer aufgebaueten Säule eine Zeit lang immer verstärkt, dann das Maximum erreicht und hierauf ziemlich schnell auf Null herabsinkt.

7) Nur bis zu einer bestimmten und zwar verhältnißmäßig sehr früh eintretenden Grenze verstärkt sich mit Vergrößerung der wirkenden Oberfläche der einzelnen Platten auch die physiologische Wirkung. Das Maximum der Plattengröße bestimmten Volta als eine Oberfläche, welche dem Durchschnitte des Handgelenkes gleich ist; Ritter zu 6 Zoll, van Marum und Pfaff zu 5 Zoll Diameter. Da sich andere Wirkungen, z. B. die elektromagnetische, über diese Grenze hinaus noch verstärken, so bedient man sich behufs der Studien solcher Effecte bisweilen Säulen, die aus wenigen, aber mit sehr großen Durchmessern versehenen Plattenpaaren bestehen. Zu physiologischen Versuchen wählt man kleinere Platten, die aber dafür in größerer Zahl vorhanden sind.

8) Bis zu einer gewissen Grenze rückt das Maximum der Zahl der Plattenpaare in gleichem Verhältnisse der Vergrößerung derselben weiter hinaus. Das Maximum von Plattenpaaren einer bestimmten wirkenden Oberfläche verdoppelt sich nach Pfaff, so wie die Plattenoberflächen sich verdoppeln. Wir haben also im Allgemeinen bei kleineren Platten kleinere, bei größeren größere Maxima. Doch findet sich auch hier eine gewisse Grenze, die nach Pfaff um so näher liegt, ein je besserer Leiter die zwischengelagerte Flüssigkeit ist, und um so entfernter fällt, je mehr der schließende Bogen leitet. Mit Ueberschreitung der Grenze der Plattengrößen tritt keine Verminderung des Effects ein.

9) Durch verschiedene Verstärkungsmittel, welche die Kette oder die Säule selbst, oder die Leiter, oder den galvanischen Strom, oder den empfangenden thierischen Theil betreffen, lassen sich die physiologischen Effecte vergrößern. Durch geeignete Mittel läßt sich dieses so weit treiben, daß ein einfaches Plattenpaar, welches bei einfacher Verbindung und bei unverletzter Haut so gut wie gar keine Wirkung hat, durch die Verstärkung unerträglich wird. Es ist jedoch noch nicht hinreichend untersucht, ob und wo die einzelnen, bald zu nennenden Verstärkungsmittel ihre Grenze finden.

10) Je größere erregende und chemisch wirkende Kraft die Leitungsflüssigkeit hat, um so stärker wird der galvanische Strom und um so stärker der physiologische Effect. Schon oben wurde angeführt, daß Ketten von Zink und Kupfer schwächer wirken, wenn destillirtes Wasser, als wenn Salmiak- oder Kochsalzlösung als Leiter vorhanden sind, und daß ein größerer Effect durch verdünnte Schwefelsäure erlangt wird. Hier vermehrt sich die Quantität und wahrscheinlich auch die Intensität des galvanischen Stroms und mit ihr die physiologische Wirkung so lange, als die zu starke Oxydation der Erreger der Einwirkung der Leitungsflüssigkeit kein Ziel setzt.

11) Je besser der schließende Bogen leitet, um so besser ist auch der physiologische Effect. Dieser Satz ergiebt sich aus leicht einzusehenden physikalischen Gründen von selbst. Daher ist z. B. Kupferdraht, Silberdraht, Platindraht eher, als Messingdraht zu empfehlen.

12) Je besser die Hautstellen, durch welche die Schließung der Kette erfolgt, durchfeuchtet sind, um so leichter und um so stärker wird der Effect wahrgenommen. Bedenkt man, daß die Epidermis überall aus verhornten Zellen und Blättchen besteht und daß die Horngebilde mehr oder minder der Reihe der Isolatoren angehören, so ergiebt sich schon hieraus, daß die Haut nur dann und insofern gut leiten und den Schluß der Kette wahrhaft bewirken kann, als sie durchfeuchtet ist. Ist der Widerstand, welchen die Epidermis, die Haare, die Federn, die Schuppen u. dgl. leisten, überwunden, so tritt nur der geringere Widerstand der Lederhaut entgegen. Die subcutanen Gebilde dagegen, welche im Allgemeinen durchfeuchteter als die Cutis sind, führen dann den Strom weiter und vermitteln so die Schließung. Obgleich bei den Wasserthieren die Haut mehr oder minder beständig feucht ist, so wirkt doch theils ihre Oberhaut, theils der auf der Oberfläche befindliche Schleim nebst anderen Stoffen, wie es scheint, bedeutend isolirend. Wenigstens erhält man auch hier z. B. bei Fröschen, Fischen nach dem Abziehen der Haut stärkere Effecte.

13) Wie der hornige Epidermidalüberzug schwach durchfeuchtet, vorzüglich aber lufttrocken im gesunden Zustande die Theile schützt, so auch bei den Einwirkungen des Galvanismus. Ist er entfernt, so werden diese auffallend stärker. Hat man an den Fingern, durch welche man die Entladung bewirkt, nur die geringste Verwundung, so werden galvanische Säulen von untergeordneter Kraft wegen der Intensität der entstehenden Schmerzen bald unerträglich. Je größer und tiefer die Wunde ist, in um so höherem Grade tritt dieses ceteris paribus ein. Aus diesem Grunde wirken auch galvanische Schläge auf Stellen, welche mit spanischen Fliegen belegt waren und von denen die Epidermis entfernt ist, wie Alex. von Humboldt schon erfuhr, so heftig ein. Aus derselben Ursache empfindet man die Schläge mehr, wenn man eben vorher die Säule aufgebaut und seine Finger mit der Kochsalzlösung, der verdünnten Schwefelsäure etc. durchtränkt hat.

14) Combiniren sich daher in der durchfeuchtenden Flüssigkeit mit der Durchfeuchtung zugleich chemische Kräfte, welche die Haut angreifen, so wird dadurch der physiologische Effect verstärkt. In aufsteigender Ordnung scheinen in dieser Beziehung Salzlösungen, verdünntes Ammoniak, verdünnte Mineralsäuren und verdünnte Solutionen von kaustischem Kali zu wirken.

15) Durch Schließung mit verschiedenen Hautstellen kann auch Verstärkung oder Schwächung der physiologischen Wirkung hervorgerufen werden. Im Allgemeinen ist diese bei Hautstellen, welche nur von Epithelium überzogen werden, größer als bei solchen, welche von Epidermis bekleidet sind. Eine Säule z. B., welche bei wohl durchfeuchteten Fingern keine Empfindung erregt, erzeugt solche, sobald man die beiden Elektroden an die Oberfläche der Mundhöhle bringt. Auch in Betreff der einzelnen Stellen der äußern Haut existiren in dieser Beziehung Differenzen. Der Schmerz ist z. B. größer, wenn man bei ungefähr gleicher Durchfeuchtung die Elektroden an die Haut in der Gegend

der beiden äußeren Augenwinkel, als wenn man sie an die Fingerspitzen anlegt. Schon aus dieser einen Beobachtung erhellt, daß die Skale der Empfindlichkeit dieser Hautstellen nicht immer mit der der Tastempfindlichkeit zusammenfällt. Die größte Sensiblität scheint der Zunge zuzukommen. Säulen, welche auf die Haut gar nicht und auf die Schleimhaut der übrigen Mundhöhle schwach wirken, erregen schon sehr deutliche Geschmacksempfindung, weil hier das elektrolytische Moment der chemischen Bestandtheile des Speichels und des Mundschleims hinzukommt. Allein bei allen genannten Stellen functioniren noch die Zellen der Oberhaut oder das Epithelium als stärkere oder schwächere Isolatoren. Denn immerhin bleibt an verwundeten Hautstellen die Sensibilität am größten.

Auch rücksichtlich des Widerstands, welcher dem Elektricitätsstrome geleistet wird, erscheinen nach der Größe und Verschiedenheit der Hautstellen Differenzen. Nach Pouillet wenigstens verhält sich der Widerstand des menschlichen Körpers, wenn der Strom durch beide ganz in Quecksilber getauchte Hände eingeleitet wird, zu dem Widerstande, wenn die Strömung nur durch zwei Finger einer Hand eindringt = 77 : 11.

16) Vergrößerung der berührenden Hautoberfläche vermehrt auch den physiologischen Effect. Nach diesem Gesetze, dessen Gründe sich auch leicht einsehen lassen, verstärkt sich die Wirkung, wenn man die Elektroden mit den Handflächen, und verringert sich, wenn man sie mit den Fingerspitzen berührt. Eben deßhalb versieht man die Poldrähte mit massiven metallischen Handgriffen oder wählt selbst Metallplatten oder Metallstreifen zu Elektroden.

17) Unter gewissen Verhältnissen kann man durch bedeutende Verlängerung des dann spiralig eingerollten Schließungdrahts bei dem Oeffnen der Kette so bedeutende sensible Effecte erzeugen, daß schon ein Plattenpaar von 1 bis 2 Quadratzoll Oberfläche unerträglich wird. Bloße Vermehrung der Masse des leitenden Metalls hat diesen Effect nicht. Ich fand durchaus keine Veränderung der physiologischen Wirkung einer fünfpaarigen Kette von 1½ Quadratzoll Oberfläche der einzelnen Platten, wenn ich einen Zinkbarren von 1 Fuß Länge, ungefähr ½ Fuß Breite und 2½ Zoll Dicke als Leiter einschaltete. Gleich negativ blieb das Resultat, wenn ein Kupferblech von 56,32 Quadratfuß Oberfläche in gleicher Art angewendet wurde. In beiden Fällen geht wahrscheinlich der Strom an der Oberfläche oder durch den Körper auf kürzestem Wege hin. Auch Messingdraht scheint zu solchen Versuchen wenig zu taugen. Gerber und ich konnten keine oder wenigstens keine irgend bedeutende Verstärkung des Effects einer 25paarigen Säule wahrnehmen, wenn wir die Kette durch einen in einer einfachen Umbiegung ausgespannten 116 Fuß langen und 1,1 Linie dicken Messingdraht schlossen.[1] Das Resultat blieb das Gleiche, wenn der genannte Draht schraubenförmig aufgerollt wurde, so daß der Durchmesser jeder Kreiswindung ungefähr 2″ betrug und die einzelnen Windungen einander nicht berührten, sondern überall durch eine Schicht atmosphärischer Luft getrennt wurden und isolirt waren. Dagegen eignen sich, wie schon die Versuche von Nobili, Jenkins, Faraday, Jacobi und Dove gelehrt haben, Eisen- und vorzüglich Kupferdrähte zu solchen Experimenten. Bei diesen letzteren scheinen dann immer stärkere Funkenbildung und stärkere physiologische Wirksamkeit parallel zu gehen. Der sogenannte elektrodynamische Condensator von Nobili besteht darin, daß zur Schließung der

Kette ein langer spiralig eingerollter Kupferdraht genommen wird. Hierbei erzielt man besonders durch Reiben der Endspitze der Elektrode an das in der Kette zur besseren Schließung angebrachte Quecksilber einen deutlichen Funken. Zur Verstärkung der physiologischen Wirkung, die nicht bei dem Schließen, sondern bei dem Oeffnen der Kette eintritt, bedarf es eines langen umsponnenen Eisen- oder Kupferdrahts. Jacobi's Apparat besteht darin, daß 800 Fuß $^3/_4$ Linien dicken Kupferdrahts, welche mit Seidenband wohl umwickelt sind, um einen Holzcylinder von $1^1/_2$ Zoll Durchmesser liegen. Wird nun dieser Draht zum Schlusse einer Kette von nur $^1/_2$ Quadratzoll Oberfläche angewendet, so erzeugt sich bei dem Oeffnen eine so heftige physiologische Wirkung, daß man nach Dove's Bemerkung wenig Lust fühlt, den Versuch zum zweiten Male zu wiederholen. Schon bei 300 — 400 Fuß Länge dieser elektrodynamischen Spirale oder Schnecke ist die Verstärkung sehr bedeutend. Hierher gehört wahrscheinlich auch die schon längst bekannte Thatsache, daß ein einfaches Zink-Kupferpaar weit besser physiologisch wirkt, wenn es durch mehrere eingeflochtene Kupferdrähte, als wenn es durch einen einfacheren starken Kupferdraht verbunden ist. Die Ursachen dieser Erscheinungen sind noch nicht ganz klar. Eine derselben besteht wahrscheinlich darin, daß, je schneller eine bestimmte Elektricitätsmenge einen Leiter durchströmt, die physiologischen Effecte und die Funkenbildung um so stärker werden. Daher auch, wie Dove in neuester Zeit richtig hervorgehoben hat, zwei in ihren physiologischen Wirkungen und in ihrer Funkenbildung gleiche Ströme oft in ungleichem Grade die Magnetnadel ablenken. Ob die von Moser aufgestellte, auch von Jacobi bekämpfte Ansicht, daß die Oeffnungseffecte von einer Verlangsamung des elektrischen Stroms herrühren, richtig sei, steht sehr dahin. Da nach Faraday der elektrische Strom, indem er in seiner Bewegung aufhört, wenn kein geschlossener Leiter neben ihm vorhanden ist, einen gleichgerichteten Strom in dem Schließungsdrahte selbst anregt, so giebt dieses wenigstens einen Fingerzeig für die Ursache der Verstärkung bei dem Oeffnen der Kette.

18) Einlegen eines Eisenkernes in eine unter Nro. 17 angeführte elektrodynamische Spirale verstärkt die physiologische Wirkung bei Oeffnung der Kette sehr bedeutend. Faraday erklärte auch diese Verstärkung durch seine Inductionsphänomene. Bei dem Schlusse der Kette wird der Eisenkern magnetisch. Dieser Magnetismus verschwindet bei dem Oeffnen. Das Aufhören desselben könne man sich als ein Verschwinden von elektrischen Strömen vorstellen. Nun erzeugt ein elektrischer Strom bei seinem Verschwinden in einem neben ihm befindlichen geschlossenen Leiter einen gleichgerichteten Strom. Dieses wird also auch in der elektrodynamischen Spirale stattfinden. Daher dann die durch den Eisenkern bewirkte Verstärkung der physiologischen Effecte bei dem Oeffnen der Kette. Auf die Erweiterung und theilweise Berichtigung dieser Erklärung durch Magnus werden wir bald zurückkommen.

19) Nur das Einbringen eines Eisenkerns in das Innere einer elektrodynamischen Spirale ruft die genannte Verstärkung hervor, während diese nicht erfolgt, wenn die Spirale mit einer Eisenhülse umgeben wird. Dieses erhellt aus den schon älteren Versuchen von Jenkins und Faraday.

20) Ein in eine elektrodynamische Spirale eingebrachter solider Eisenkern verstärkt die physiologischen Wirkungen und die Funkenbildung bei dem Oeffnen der Kette

in geringerem Maße, als ein hohler Eisencylinder. Schon Sturgeon fand die Oeffnungswirkungen stärker, wenn statt eines soliden Eisenkerns von einem bestimmten Umfange ein Cylinder von dünnem verzinnten Eisenblech von gleichem Umfange eingebracht wurde. Magnus bestätigte dieses nicht nur, sondern beobachtete auch, daß ein dickerer Eisencylinder, z. B. ein Flintenlauf, schwächer als ein Eisenblech wirkt.

21) Unterbrechung der Continuität des eingebrachten Eisenkerns verstärkt den Effect. So wirkt nach den Beobachtungen von Magnus ein Eisenblechrohr stärker, wenn man dasselbe der Länge nach aufschlitzt. So dient auch nach demselben Forscher ein spiralig eingerolltes Eisenblech besser als massives Eisen.

22) Besteht der eingeschobene Eisenkern nicht aus einem soliden Stücke, sondern aus einer Masse von Drähten, so tritt eine bedeutende Verstärkung ein. Diese Thatsache wurde zuerst von Bachhoffner und Sturgeon entdeckt und ist leicht zu bestätigen. Nach den Beobachtungen von Magnus ist es gleich, ob die Drähte aus weichem oder gehärtetem Eisen bestehen. Umsponnene und daher besser isolirte wirken stärker, als freie. Wahrscheinlich steht auch der Effect mit der Dünne und der Anzahl der Drähte bis zu einer gewissen Grenze in Verhältniß. Am günstigsten ist es, wenn man die in ein Bündel vereinigten Drähte unmittelbar in die elektrodynamische Spirale einschiebt. Nach den Beobachtungen von Magnus entsteht eine geringe Verstärkung durch die Drahtbündel, wenn man zuerst eine dünne Eisenblechröhre und in diese die Drahtbündel hineinfügt. Ist dagegen die Eisenröhre dicker, so erhält man durch eingeschobene Drahtbündel keine Verstärkung, der Effect ist der gleiche, als wenn die Eisenröhre allein angewendet worden wäre. Um nun die unter Nro. 20 — 22 erwähnten Phänomene zu erklären, erweitert und berichtigt Magnus zum Theil die oben unter Nro. 18 angeführte Faraday'sche Erklärung. Da bei dem Oeffnen des Schließungsdrahts in jedem neben ihm befindlichen geschlossenen Leiter ein dem verschwindenden gleichgerichteter Strom erzeugt wird, so entstehen auch bei dem Oeffnen der Kette in den Querschnitten des in der Spirale befindlichen Eisenkerns Ströme, welche mit denen der Spirale gleich gerichtet sind. Diese machen die Eisenmasse in derselben Richtung, wie während des Schlusses der Kette, magnetisch. Es wird also auch während des Oeffnens der Kette in der Eisenmasse Magnetismus erzeugt. Dieser aber hebt die inducirende Wirkung des verschwindenden Magnetismus auf den Schließungsdraht theilweise auf. Die Verstärkung ist nur dadurch möglich, daß die Effecte des bei dem Oeffnen der Kette entstehenden Magnetismus kleiner als die Wirkungen des durch Oeffnen der Kette verschwindenden Magnetismus sind. Da aber der entstehende Magnetismus durch die Continuität des Querschnitts der Oberfläche bedingt wird, so muß er bei unterbrochener Oberfläche (bei aufgeschlitzter Eisenröhre, spiralig eingerolltem Eisenbleche) bei Drahtbündeln geringer als bei continuirlichen Eisenröhren sein. Nach Dove rührt der Unterschied zwischem einem massiven Eisenkerne und Drahtbündeln nicht davon her, daß bei dem erstern die inducirende Wirkung geschwächt, sondern daß sie verzögert wird.

23) Die durch contactelektrische Ketten zu erzielenden Zuckungen erscheinen nur im Momente des Schließens oder der Oeffnung der Kette. Während der Dauer des Schlusses derselben bleiben sie aus. Bei scheinbarer Schließung

dagegen können unter gewissen Bedingungen sich sehr schnell hinter einander wiederholende Convulsionen erzielt werden. Läßt man eine verhältnißmäßig hinreichend starke Kette oder Säule auf einen Froschschenkel einwirken, so erhält man eine Zuckung, wenn man durch Application der zweiten Elektrode, nachdem die erste schon früher angelegt worden, die Kette schließt (Schließungszuckung). Eben so stellt sich oft eine Convulsion ein, sobald man die eine Elektrode entfernt und so die Kette öffnet (Oeffnungszuckung). Während aber beide Elektroden anliegen und so die Kette durch den thierischen Theil geschlossen ist, stellt sich in der Regel eben so wenig Zuckung ein, als wenn nur eine Elektrode applicirt und die Kette gar nicht geschlossen wird. Daß man es aber bei scheinbarem Schlusse der Kette zu einer perpetuirlichen Reihe von Zuckungen bringen könne, lehrt folgender Versuch. Man legt bei einem lebenden Frosche den M. gastrocnemius bloß und applicirt die eine Elektrode unmittelbar an den Muskel, während man das Ende der andern in einer geringen Distanz von der Muskeloberfläche entfernt hält. Es erscheint dann eine anhaltende Reihe von klonischen Convulsionen des Muskels. Durchschneidet man die Achillessehne, so daß die Verkürzung des Muskels eintritt, so werden die Zuckungen unregelmäßiger oder schwächer, oder bleiben auch ganz aus. Bindet man die durchschnittene Achillessehne fest und spannt so den Muskel wiederum an, so kehrt der alte stärkere Erfolg wieder. Das Experiment führt zu den gleichen Resultaten, wenn man die Enden beider Elektroden in sehr geringer Entfernung von der Muskeloberfläche hält. Dieser Versuch bildet aber keine Ausnahme von der allgemeineren Regel. Da bei fortdauernder Circulation eine mit Wasserdunst geschwängerte Evaporation von dem Muskel aus stattfindet, so scheint es, daß diese im Momente des Ausströmens derselben eine Schließung der Kette, im Momente des Fortströmens eine Isolation bewirkt. Für diese Erklärung spricht auch der Umstand, daß man den Effect sogleich aufhebt, wenn man ein Blatt Schreibpapier, ein Stückchen trockenen oder selbst befeuchteten Löschpapiers, ein Stückchen Leinwand dazwischen schiebt. Nach Durchschneidung der Schenkelarterie dauert die Wirkung die erste Zeit noch fort. Schiebt man unter den Hüftnerven die eine aus einem Kupferblatt bestehende Elektrode, während man ihm die Zinkelektrode möglichst nähert, so erhält man dieselben anhaltenden klonischen Convulsionen, die nur, wie es bisweilen scheint, etwas schwächer sind. Man erzielt auch die Wirkung mit oft ausgedehnteren Zuckungen, wenn man die Kupferelektrode unter den M. gastrocnemius applicirt und die Zinkelektrode dem N. ischiadicus möglichst nähert.

24) Wenn man beide Elektroden mit dem Nerven in Verbindung bringt, so steht oft das Erscheinen von Empfindung oder von Bewegung im Momente des Schließens oder des Oeffnens der Kette mit der Richtung des elektrischen Stromes nach folgendem Gesetze in Zusammenhang. Strömt die positive Elektricität centripetal ein, d. h. liegt die Elektrode des positiven Pols näher den peripherischen, die negative näher den centralen Enden der betroffenen Nervenprimitivfasern, so entsteht bei einem gewissen Grade des Galvanismus im Momente des Schließens Empfindung, im Momente des Oeffnens Bewegung. Ist umgekehrt der positive Strom centrifugal gerichtet, so er-

scheint unter gleichen Verhältnissen im Momente der Schließung Bewegung, im Momente der Oeffnung Empfindung. Die Strömungsrichtungen der positiven Elektricität erregen daher dann im Momente des Schlusses der Kette gleichgerichtete Strömungen des Nervenfluidums. Ist die galvanische Action verhältnißmäßig größer, oder der Organismus empfänglicher, so tritt bei der Schließung, wie bei der Oeffnung Empfindung und Bewegung ein. Allein bei centripetalem Strome ist die Schließungsempfindung und die Oeffnungszuckung, bei centrifugalem die Schließungszuckung und die Oeffnungsempfindung bedeutender, als der neben ihr erscheinende andere Factor des Effects. Dieser zum Theil schon von Ritter und später von Lehot und Bellingeri angedeutete Satz wurde von Marianini specieller nachgewiesen und wird daher auch schlechthin das Marianini'sche Gesetz genannt. Während dasselbe von italienischen (Matteucci) und französischen Forschern (Becquerel) als ganz gewiß angenommen wurde, haben deutsche Gelehrte dasselbe entweder ganz unberücksichtigt gelassen oder für unrichtig erklärt. Es ist allerdings wahr, daß man sehr häufig Ausnahmen desselben, ja oft das Entgegengesetzte antrifft, wie ich bei eigenen Versuchen häufig erfahren und in einem Beispiele auch schon oben angeführt habe. Allein wenigstens in vielen Fällen stellt sich die Sache vollkommen erwünscht dar. Man isolirt an einem enthaupteten und der Länge nach halbirten Frosche den Hüftnerven, entfernt alle übrigen Theile des Oberschenkels, so daß der Ueberrest der untern Extremität nur noch an dem N. ischiadicus hängt, taucht diese in ein mit Wasser gefülltes Gefäß B, die Vorderhälfte dagegen in ein ebenfalls mit Wasser gefülltes Gefäß A, und trocknet den Nerven möglichst gut ab. Ist nun die galvanische Kette oder Säule nicht verhältnißmäßig zu stark, sondern hat man den der Reizbarkeit des Präparats entsprechenden Grad getroffen, so entsteht eine Schließungszuckung, so wie man die positive Elektrode in A, die negative in B einsenkt. Werden die Elektroden gewechselt, so erhält man eine Oeffnungszuckung. Sind der Galvanismus oder die Reizbarkeit stärker, so erhält man bei dem Schließen und dem Oeffnen Convulsionen. Diese sind aber in dem erstern Falle bei dem Schließen, in dem letztern bei dem Oeffnen stärker. Die Hauptbedingung des Versuches ist, daß der elektrische Strom eben nur durch den Nerven und in der Richtung der Ausbreitung seiner Primitivfasern geleitet werde. Die Vernachlässigung dieses Umstandes ist ein sehr häufiger Grund des Mißlingens dieser Versuche. Befindet sich z. B. eine Flüssigkeitsschicht auf dem Nerven, so wird ein Theil des elektrischen Stromes unmittelbar durch diese in den Muskel hinein geführt und kann leicht das Resultat trüben. Eben so können durch den Stand der Reizbarkeit die Gesetze der noch später zu erörternden Volta'schen Alternative zu Irrungen Veranlassung geben. Noch häufiger werden die Ausnahmen, wenn man, um auch die Empfindungseindrücke beurtheilen zu wollen, statt eines enthaupteten Frosches einen lebenden anwendet. Nach den gegenwärtigen Kenntnissen läßt sich daher annehmen, daß das Marianini'sche Gesetz höchst wahrscheinlich richtig ist, daß sein Erscheinen aber in dem Experimente an so viele Nebenverhältnisse wesentlich geknüpft ist, daß höchst zahlreiche Ausnahmen desselben bei den darüber anzustellenden Versuchen eintreten. Ist es richtig, so lassen sich alle Phänomene desselben durch die Grundregel erklären, daß die Elektricitäts-

strömungen gleichgerichtete Nervenströmungen erregen. Nach einer richtigen Anschauung der Wirkungsweise einer einfachen oder zusammengesetzten Volta'schen Kette muß man sich vorstellen, daß im Momente der Schließung durch Vermittelung des schließenden Bogens ein stärkerer positiver Strom von dem positiven Metalle durch den Bogen nach dem negativen, und ein schwächerer negativer von dem negativen nach dem positiven gehe, während sich im Momente der Oeffnung der Kette das Verhältniß umkehrt. Ist nun die galvanische Wirksamkeit kräftig, so erzeugt sich bei centripetaler Richtung des Stromes während der Schließung eine stärkere Reaction in den centripetalen und eine schwächere in den centrifugalen Nervenfasern; bei der Oeffnung dagegen wird die Einwirkung auf die centrifugalen größer, auf die centripetalen schwächer sein. Das Umgekehrte wird bei centrifugaler Richtung der elektrischen Strömung stattfinden. Sind der Grad des Galvanismus und der Reizbarkeit so abgemessen, daß nur der stärkere Strom die Nervenfasern zu gleichläufiger Reaction anregt, so werden wir bei centripetalem Elektricitätsstrome nur Schließungsempfindungen und Oeffnungszuckungen, bei centrifugaler Strömung nur Schließungszuckungen und Oeffnungsempfindungen haben.

25) Sowohl die Schließungs-, als die Oeffnungszuckungen erscheinen, der eintretende Elektricitätsstrom mag dem (longitudinalen) Verlaufe der Nervenfasern parallel gehen oder die Richtung derselben unter senkrechtem oder schiefem Winkel schneiden. Matteucci glaubte sich zu der Aufstellung des Satzes berechtigt, daß ein Strom, welcher in einer die Länge des Nerven senkrecht schneidenden Richtung durchgeht, keine Zuckungen erregt. Da es ihm bei der geringen Dünne des Hüftnerven der Frösche unmöglich war, beide Pole, ohne daß sie einander berührten, einander gegenüber anzusetzen, so führte er folgenden Versuch aus. Er präparirte die eine Seitenhälfte eines enthaupteten Frosches, so daß Unterschenkel und Fuß nur an dem Hüftnerven hingen, und hing den Fuß selbst an einem Seidenfaden so auf, daß fast der ganze Hüftnerve in Wasser tauchte, da der Vortheil dazu diente, es zu verhindern, daß nicht der Nerve horizontal auf dem Wasser schwamm. Zwei überfirnißte und nur an ihren Endspitzen freie Metalldrähte, welche an den Rändern des Wassergefäßes mit Lack befestigt waren, reichten in das Wasser und waren mit ihren Spitzen 3 bis 4 Millimeter von dem Nerven entfernt. Selbst bei 45 Plattenpaaren zeigte sich keine Contraction. Ich erhielt bei Wiederholung des Versuchs ein anderes Resultat. Ich wählte als Elektroden einer Säule von 10 Kupfer-Zinkplattenpaaren von 1½ Quadratzoll Durchmesser zwei wohl überfirnißte Zinkblätter, welche an ihrem freien Ende nur an dem Vorderrande eine metallische Oberfläche hatten. Sie wurden so gebogen, daß diese freien Enden horizontal auf dem Boden eines Uhrglases in einer Distanz von einer Linie ruhten. Wurde zwischen ihnen als leitende Verbindung ein Tropfen Wasser mit dem Pinsel aufgetragen, so erhielt ich, wenn ich den Nerven liegend oder hängend in longitudinaler Richtung dazwischen brachte (so daß der elektrische Strom die Primitivfasern transversal schnitt), starke Zuckungen sowohl bei Oeffnung als bei Schließung der Kette. Das Resultat blieb gleich, wenn der Nerve isolirt schwebend in den Zwischenraum zwischen den beiden Elektroden hineingehalten wurde. Füllte man das ganze Uhrglas mit Wasser, so mangelten die Effecte auch nicht, erschienen aber oft schwächer. Bei abnehmender Reizbarkeit zeigte sich noch häufig die Eigenthümlichkeit, daß

bei gerade ausgestreckter, seiner natürlichen Stellung entsprechender Lage des Nerven Schließungs- ohne Oeffnungszuckungen eintraten, während, wenn der Nerve in der Richtung gegen den Gastrocnemius hin zurückgebogen wurde, Oeffnungs- ohne Schließungszuckungen erfolgten. Dagegen hat es mir oft ebenfalls geschienen, als wenn bei querer Einströmung die Convulsionen weniger intensiv und schwerer zu Stande kämen.

26) Da außer der Quantität, Intensität und Dauer der galvanischen Strömung als zweiter Factor der Wirkungen der Zustand des Nervensystems und die thierische Reizbarkeit selbst erscheinen, so realisirt sich auch hier eine Reihe von Gesetzen, welche vorzugsweise durch die letzteren Momente bestimmt werden. Hierher gehören die verschiedenen Effecte an verschiedenen Regionen des Nervensystems, die Folgen der Unterbrechung des Zusammenhangs der Nervenprimitivfasern, die Wirkungen der Enthauptung, der Ueberreizung, die Einflüsse gewisser Vergiftungen und wahrscheinlich die Phänomene der Volta'schen Alternative. Bei gut reizbaren Präparaten erzielt man Contractionen, die elektrische Strömung mag, an welcher Stelle des peripherischen Nervensystems sie wolle, die motorischen Primitivfasern treffen. Wenn sich aber die Irritabilität vermindert, so findet man, wie schon Valli und Ritter angegeben haben und wie leicht zu bestätigen ist, daß man, während von dem Muskel entferntere Nervenportionen bei Berührung mit den Elektroden effectlos bleiben, um so leichter und um so energischere Zuckungen erhält, je mehr man den Strom in der Nähe des Muskels einleitet. Nach Matteucci verhält es sich in Betreff der Empfindungen gerade umgekehrt. Die Schmerzensempfindung wird um so leichter und stärker, je näher man dem Rückenmarke kommt. Hiernach würde die Reizbarkeit in den motorischen Primitivfasern in centrifugalem, in sensiblen in centripetalem Wege, in beiden Fällen also in Richtungen, welche den Strömungen des Nervenfluidums entsprechen, erlöschen. Dieser Satz stimmt auch mit anderen Reizbarkeitsverhältnissen, z. B. dem Erlöschen der Irritabilität nach Trennung des Nerven bei einem lebenden Thiere. Daß Ligatur und Durchschneidung des Nerven die durch den Galvanismus entstehende Nervenströmung unterbreche, versteht sich von selbst. Eben so leicht erhellt, warum enthauptete Thiere leichter durch Bewegung reagiren, als unversehrte, weßhalb zu starke elektrische Ströme lähmen, schwächere dagegen reizen und anregen u. dgl. mehr. Daß nach gewissen Vergiftungen z. B. mit Opium, Blausäure und vorzüglich Strychnin sehr leicht tetanische Extensionskrämpfe entstehen, ist ebenfalls schon nach anderen physiologischen Erscheinungen zu erwarten und wird auch durch die Erfahrung vollkommen bestätigt. Wahrscheinlich gehört hierher eine schon von Nobili beobachtete, obgleich noch nicht hinreichend erklärte Thatsache. Läßt man durch einen präparirten Frosch eine Anzahl Schläge sehr rasch hinter einander durchgehen, so stellte sich Tetanus der Füße ein. Doch müssen hierzu noch gewisse unbekannte Bedingungen hinzukommen. Wenigstens sah ich auch unter diesen Verhältnissen, besonders bei schwächeren Säulen, klonische Flexions-, bei stärkeren aber allerdings tetanische Extensionskrämpfe eintreten. Nach Matteucci kann man entstandene tetanische Krämpfe durch einen centripetalen Strom momentan aufheben, während sie ein centrifugaler momentan verstärkt, eine Sache, die sich auch mir in manchen Fällen bestätigte, in anderen dagegen nicht deutlich er-

härtete. Endlich erweis't sich der galvanische Strom als ein überaus empfindlicher Reiz für die reizbaren Theile, da er oft die Energien dieser letzteren anregt, während schon mechanische und chemische Reize unfruchtbar bleiben. Eben so stellt auch die Ruhe die Reizempfänglichkeit für galvanische Strömungen um sehr vieles leichter, als für andere Irritamente wieder her.

27) Wenn bei Einleitung eines ersten elektrischen Stromes in einer bestimmten centripetalen oder centrifugalen Richtung keine Zuckung mehr erfolgt, so erhält man Convulsionen, sobald man einen in entgegengesetzter Richtung verlaufenden elektrischen Strom anbringt. Bleibt dieser endlich ohne Wirkung, so erfolgt diese, wenn die Reizbarkeit noch nicht gänzlich erschöpft ist, sobald man den Strom wieder in der ersten Direction einleitet u. s. f. Diese Einwirkung abwechselnd gerichteter Ströme nennt man die Volta'sche Alternative. Schon am lebenden Frosche kann man sich von der Wahrheit des ausgesprochenen Satzes leicht überzeugen. Man applicire z. B. die positive Elektrode einer aus 40 bis 50 Zinkkupferplattenpaaren von 2 Zoll Durchmesser bestehenden Säule an den Rücken, die negative an die Füße eines lebenden Frosches, und wechsele mit Schließen und Aufheben der Verbindung so lange ab, bis nur äußerst schwache oder gar keine Zuckungen mehr erscheinen. Ist dieses der Fall, so lege man die negative Elektrode an den Rücken, die positive an den Fuß. Es entstehen neue heftigere Zuckungen, die jedoch meist schwächer sind, als die, welche man am Anfange des Versuchs bei der ersten Strömungsrichtung erhalten hat. Auch erschöpft sich die Reizbarkeit für diese zweite Strömungsrichtung rascher. Ist dieses geschehen, so erzielt man durch abermaliges Umkehren der Strömung d. h. durch die erstere Strömungsrichtung neue stärkere Contractionen. Noch deutlicher erhält man die Effecte an präparirten Froschtheilen, sei es mit noch vorhandenem Rückenmarke, oder mit der Existenz des bloßen Hüftnerven, des Unterschenkels und des Fußes. Uebrigens wirkt Ruhe ähnlich, wie die Einwirkung der zweiten Volta'schen Alternative. Ist z. B. durch anhaltendes Galvanisiren nach Einströmen in centrifugaler Richtung keine Zusammenziehung mehr zu erzielen, so braucht man nur das Präparat eine Zeit lang ruhen zu lassen, um es für dieselbe Strömungsrichtung empfänglich zu machen. Daß ein Präparat, welches z. B. für einen schwächern centripetalen Strom unempfindlich geworden, noch auf einen gleichgerichteten stärkern Strom reagiren könne, versteht sich von selbst und wird auch durch die Erfahrung bewiesen. Aus den eben angeführten Thatsachen läßt sich aber leicht entnehmen, daß weder Reflexbewegungen, noch die durch anhaltende Schließung der Säule bedingte Schwächung derselben bei den Phänomenen der Volta'schen Alternative eine Rolle spielen.

28) Nicht bloß primäre, sondern auch secundäre contactelektrische Ströme können Zuckungen veranlassen. Der Beweis für diesen aus physikalischen Gründen gewissermaßen von selbst erhellenden Satz ergiebt sich aus folgenden Versuchen. Man wähle einen präparirten Froschschenkel, der zwar noch sehr kräftig reagirt, der aber nicht mehr so reizbar ist, daß die Application eines Metalles an den Hüftnerven Convulsionen erzeugt. Nun bringe man jede der beiden Elektroden einer aus 40 Plattenpaaren bestehenden kräftigen Säule in zwei gesonderte mit Wasser gefüllte Gläser und schließe die Kette, indem man einen Kupferdrahtbogen mit seinen beiden Enden in die beiden Gefäße taucht. Man

überzeugt sich hierauf, daß eine in gewöhnliches Wasser getauchte Kupferplatte bei Application an den Nerven keine Contractionen erzeugt. Hierauf taucht man dieselbe Kupferplatte in das Wasser, in welchem die positive Elektrode sich befindet und applicirt sie von Neuem. Man wird dann in geeigneten Fällen auf der Stelle constante Zuckungen erhalten. Der gleiche Versuch gelingt mit zwei Platten. Man wähle einen Froschschenkel, der, sobald man Nerv und Muskel mit zwei Platinblättern berührt und schließt, nicht zuckt. Taucht man die beiden Platinblätter in die beiden Gefäße, in welche die Elektroden der geschlossenen galvanischen Säule hineinragen und wiederholt den Versuch, so ist es ein Leichtes, Zuckungen hervorzurufen. Ein ähnliches Experiment gelingt mit dem Schließungsdrahte. Man wähle einen Messingdraht, der in Berührung mit Muskel und Nerven keine Convulsionen erzeugt. Nun tauche man die beiden Enden dieses Drahts in die beiden Wassergefäße, in welche die beiden Elektroden hineinragen, und applicire den Draht an Muskel und Nerven. Die Contractionen werden sehr leicht erscheinen. Uebrigens steht es bei allen diesen Versuchen dahin, ob die Effecte durch Vertheilung oder durch chemische Einwirkung entstehen. Denn Abtrocknen der Kupferplatte, der Platinblätter oder des Schließungsdrahts oder Eintauchen derselben in destillirtes Wasser hebt in der Regel die Wirkung auf.

29) Obwohl inducirte Ströme auch deutliche und oft sehr starke physiologische Effecte hervorrufen, so können diese unter gewissen Fällen doch schwächer sein, als die magnetischen. Da die schon oben erwähnten, durch die elektromagnetische Spirale und das Einlegen eines Eisenkerns zu erzielenden Verstärkungen bei dem Oeffnen der Kette auf Inductionsphänomenen beruhen, so erhellt schon hieraus von selbst, daß die elektrische Vertheilung zu großer Anregung vorzüglich der sensiblen Nerven fähig sei. Wir haben aber auch schon früher einen Versuch angeführt, wie ein inducirter Strom noch stark auf die Magnetnadel wirken könne, ohne je die geringste Zuckung hervorzurufen. Der Grund dieser letztern Erscheinung dürfte vorzüglich in der von der Entfernung abhängenden Schwächung und vielleicht der langsameren Strömung liegen.

30) Bei einfachen sowohl, als bei inducirten, überhaupt bei allen elektrischen Strömen ohne Unterschied erzeugen sich nur dann physiologische Effecte, wenn der thierische Theil einen Theil der Kette, der einen oder der andern Elektrode oder des Schließungsbogens ausmacht. Doch sind noch scheinbare Ausnahmen dieses allgemeinen Gesetzes möglich. Denn nimmt man z. B. einen Froschschenkel, dessen Reizbarkeit so weit geschwächt ist, daß er bei dem Auflegen des Hüftnerven auf einen Zinkstreifen keine oder nur Oeffnungszuckungen giebt, schließt dann durch dieses Zinkblech eine Kette von 40 Plattenpaaren und legt wieder den Nerven auf dieselbe, so erhält man nicht selten constante und starke Schließungszuckungen.

Bei der Darstellung der bis jetzt erörterten Gesetze wurden zugleich die Bedingungen angegeben, unter welchen Convulsionen erscheinen. Eben so haben wir die Fälle kennen gelernt, in welchen statt der gewöhnlichen klonischen Krämpfe tetanische zum Vorschein kommen. Endlich war auch bei einzelnen Gelegenheiten von den Schmerzensempfindungen die Rede, so daß wir in Betreff der letzteren nur Einzelnes noch nachzuholen haben.

Offenbar sind zwei Verhältnisse der galvanischen Wirkung geeignet, schmerzhafte Perceptionen hervorzurufen. 1) Der elektrische Strom in seiner specifischen Wirksamkeit auf das Nervenfluidum in den sensiblen Fasern und deren Repräsentanten im Gehirn selbst und 2) die elektrochemische Wirksamkeit der elektrischen Strömung. Durch den erstern Effect erhalten wir den eigenthümlichen Schlag, durch die letztere die besondere brennende Empfindung an den Stellen, wo die Elektroden mit der befeuchteten Haut oder dem durchnäßten organischen Theile in Berührung sind. Wir haben daher bei Anwendung der galvanischen Säule beide Eindrücke mehr oder minder combinirt, während bei der Reibungselektricität der erstere reiner hervortritt. So lange die galvanische Kette schwach oder die Reizempfänglichkeit gering ist, bleibt die Wirkung mehr local, die Empfindung des Brennenden herrscht vor oder ist neben dem Schlage sehr marquirt. Bei einer stärkern Säule erscheint neben dem localen Brennen auch ein Schlag, der sich um so weiter in dem Körper verbreitet, je stärker der Strom, je größer die Empfindlichkeit ist. Das knackende Ueberspringen an den Gelenken existirt dann hier eben so gut, als bei der Reibungselektricität. Die Intensität der schmerzhaften Empfindung steigert sich aber in einem äußerst bedeutenden Grade, sobald der Strom durch oder bei einer verwundeten Stelle läuft und noch mehr, wenn beide oder ein Elektrodenende an eine offene Wunde applicirt werden.

Eine eigenthümliche, leicht erklärbare Complication zeigt sich, wenn man sich bei stärkeren galvanischen Strömen als Enden der Elektroden hohler oder solider metallener Cylinder, welche man mit den Handflächen berührt, bedient; da durch den galvanischen Strom die Hände convulsivisch zusammengezogen werden, so erscheint es, als wenn es unmöglich wäre, sogleich, sobald man will, die Cylinder loszulassen und sich so mit der Kette außer Communication zu setzen.

Wir haben bis jetzt nur die Wirkungen der Contactelektricität auf die sensiblen und motorischen Fasern berücksichtigt. Es bleibt uns aber noch übrig, die Erscheinungen, welche an den Sinnesnerven beobachtet werden, anzuführen. Daß auch diese die galvanischen Strömungen mit ihren speciellen Energien beantworten, wurde schon früher bemerkt und folgt auch aus den bekannten Gesetzen der Nervenphysiologie von selbst. Vorzüglich auf der Erfahrung von Ritter fußend nahm und nimmt man zum Theil noch an, daß die beiden polaren Elektricitäten auch eine Grundverschiedenheit der Einwirkungen auf die Sinnesnerven bedingen. Der Kupferpol soll überall Verminderung, der Zinkpol Erhöhung der Perception hervorrufen. Auf welchen Gründen dieser Ausspruch bei dem Auge beruhe, wird sogleich bei Gelegenheit der Erfahrungen von Purkinje angeführt werden. Im Ohre soll die positive (?) Elektrode Verminderung des Gehöres, die negative (?) Verschärfung desselben und zugleich vermehrte Absonderung des Ohrenschmalzes hervorrufen. In der Nase soll die erstere Verminderung, die letztere Vermehrung der Schleimabsonderung bedingen. Auf der Zunge endlich soll der positive Pol neben dem sauren Geschmacke Abstumpfung des Geschmackssinnes und Vermehrung der Beweglichkeit der Zunge, der negative neben dem alkalischen Geschmacke Vermehrung der Sensibilität und Verminderung der Beweglichkeit der Zunge zur Folge haben[1]). Während aber einerseits

[1]) Osann in dem Berliner encyclopädischen Wörterbuche der medicinischen Wissenschaften. Bd. X. 1834. 8. S. 515.

diese Angaben durch ihren offenbaren theoretischen Schematismus auffallen, stehen sie anderseits mit anderen sicherer gekannten Gesetzen in Widerspruch. Der galvanische Reiz z. B. kann nicht sowohl eine Absonderung nach Verschiedenheit seiner Pole vermehren oder vermindern, sondern ihr nur durch die chemische Zersetzung einen mehr sauren oder mehr alkalischen Charakter aufdrücken. Erinnert man sich an das oben angeführte Marianini'sche Gesetz, so muß es bei der Zunge, welche rücksichtlich ihrer Beweglichkeit von den übrigen willkührlichen Muskeln keine so auffallende Ausnahme machen kann, in Betreff der Motilitätswirkungen sehr davon abhängen, an welcher Stelle derselben die Pole applicirt werden.

Für das Auge hat Purkinje[1]) die ausführlichsten Untersuchungen geliefert. Er bediente sich als Elektroden silberner Drähte oder messingener Kettchen. Die Berührungsstelle selbst wurde vor dem Brennen durch Auflegen von befeuchtetem Löschpapier oder durchnäßter Leinwand geschützt. Alle Experimente sind der Deutlichkeit der Farbenwahrnehmung wegen im Finstern angestellt worden. Applicirte er die Zinkelektrode an dem Bulbus, während die Kupferelektrode im Munde lag, so zeigte sich in der Gegend des subjectiven Gesichtsfeldes, welche der Eintrittsstelle des Sehnerven entspricht, eine hellviolette lichte Scheibe. Im Achsenpunkte des Auges dagegen existirte ein rhomboidaler dunkeler, von einem rhomboidalen gelblichen Lichtbande umgebener Fleck. Dann folgte ein gleich finsterer Zwischenraum und ein etwas schwächer leuchtendes gelbliches Rautenband. In der äußersten Peripherie des Gesichtsfeldes endlich zeigte sich ein schwacher lichtvioletter, bei dem Rollen des Auges an einzelnen Stellen heller werdender Schein. Bei dem Oeffnen der Kette oder dem Umkehren der Elektroden kehrten sich auch die Farben, so wie die Licht- und die Schattenpartien um. Bei dem Schließen und Oeffnen sind die Phänomene am stärksten, sehr schwach dagegen während der Dauer des Schlusses derselben. Zur bessern Fixirung des subjectiven eben geschilderten Lichtbildes sind vorzugsweise feine Kettchen oder mit Silberdraht umsponnene Guitarrensaiten als Elektroden anzuwenden. Auf eine sehr scharfsinnige Weise erklärt nun hieraus Purkinje die oben erwähnte Ritter'sche Angabe, über die verschiedene Einwirkung der beiden Pole. Bei der Application des Kupferpoles wird der Achsenpunkt des Auges, also die Stelle, welche vorzugsweise zum Sehen dient, mit subjectivem Lichte überzogen. Dieses muß einerseits alle Schattenpartien der äußeren Objecte verdecken, während es anderseits das Auge für äußeres Licht mehr oder minder unempfindlich macht, so daß selbst die Lichtpartien der äußeren Gegenstände weniger hervortreten, Licht und Schatten, Farben und Umrisse an ihnen unbestimmter sich darstellen und so ihre Bilder mehr verfließen, undeutlicher werden läßt. Auch zu einer andern eigenthümlichen Folgerung findet Purkinje bei dieser Beobachtung die Veranlassung. Da sich nämlich zwischen den beiden nach den Polaritäten der Säule verschieden farbigen Stellen ein dunkler Zwischenraum befindet, so sieht er diesen als einen Indifferenztheil an und betrachtet das hier sich kund gebende Schema als + 0 — 0 + 0 ꝛc., als wenn jede der beiden Polaritäten von einem Minimo beginne und mit einem Minimo aufhöre, und so eine indifferente Stelle gleichsam als Wächter gegen ihr Zusammenfließen, ihre Ausgleichung zwischen sich hätte.

Bei Application der Elektroden an die Augenwinkel, die Stirn, die

[1]) Rust's Magazin für die gesammte Heilkunde. Bd. XX. 1825. 8. S. 31 — 50.

Wange und andere benachbarte Stellen werden die Figuren auf verschiedene Weise modificirt[1]).

In Betreff der anderen Sinnesorgane fehlen uns sichere Detailerfahrungen noch gänzlich. Im Gehörorgane entsteht Ohrensausen, bald mit dumpferen, bald mit feineren Tönen. Volta verglich die letzteren mit dem Geräusche, welches durch das Kochen einer zähen Substanz entsteht. Nach Ritter wird, wenn sich nur Eine Elektrode in Einem Ohre befindet, der Ton von dem positiven Pole tiefer, von dem negativen höher. Application der Elektroden in die Ohren zieht leicht Kopfweh, Betäubung, selbst Ohnmacht nach sich. Da die Felsenbeine wegen ihrer großen Dichtigkeit besonders leiten, so schlägt dann der Strom vorzüglich durch sie und die zwischen ihnen liegenden Hirntheile mit verstärkter Energie durch. Wie so die Gegend des Ohres besonders empfindlich wird, so zeichnet sich das Gehörorgan auch dadurch leicht aus, daß die subjectiven Reactionen länger verharren. Hat ein Mensch einen sehr bedeutenden Schlag einer Leidener Batterie erhalten, so empfindet er oft noch Ohrensausen, wenn schon alle anderen Symptome mit Ausnahme der Dumpfheit im Kopfe, des Einknickens der Kniee und der Muskelschwäche überhaupt verschwunden sind. Die schon früher erwähnte Angabe, daß das Ohrenschmalz sich verändere, bedarf zwar noch genauerer Bestätigung, hat aber wenigstens die Analogie mit anderen absondernden Flächen für sich.

In der Nase stellen sich bei Einbringen der Elektroden in dieselbe meist noch vor den sensuellen Symptomen die Zeichen der localen Reizung der Nasenschleimhaut, vermehrte Schleimabsonderung, Schmerz oder Kitzeln, Niesen und dgl. ein. Im Munde, wo natürlich die Flüssigkeiten chemisch verändert werden und so objective Geschmacksempfindung (schon bei bloßer Application Eines leicht oxydirbaren Metalles) unvermeidlich sind, finden sich ebenfalls Zusammenlaufen des Speichels nebst einem bedeutenderen oder geringeren Gefühle von Brennen oder Schmerz. Daß zugleich Symptome der Reizung der Schleimhaut hier leichter zum Vorschein kommen, versteht sich von selbst. Daß aber rein subjective Geschmacksempfindungen zugleich auftreten, erleidet keinen Zweifel. Vor Allem gehört hierher ein bekannter Volta'scher Versuch, welchen Pfaff und Joh. Müller ebenfalls auf diese Weise auslegen. Füllt man nämlich einen zinnernen Becher mit einer alkalischen Lauge, faßt ihn mit beiden zuvor befeuchteten Händen und berührt die Flüssigkeit mit der Zungenspitze, so hat man im Augenblicke des Contactes keine Geschmacksempfindung des Alkali, sondern einer Säure. Eben so entsteht eine Sensation des Sauren, wenn man einen Zinkstreifen an die Zungenspitze, eine Kupfer- oder besser noch eine Silberplatte an die Zungenwurzel bringt und hierauf die Kette schließt. Bei Umkehrung der Erreger wird die Perception von Alkali hervorgerufen.

Nach Verschiedenheit der contractilen Gewebe äußern sich auch die Einwirkungen des Galvanismus auf verschiedene Weise. Die Contraction der Muskeln, welche quer gestreifte Muskelfasern haben, selbst die des Herzens nicht ausgenommen, erfolgt stürmischer und hört dann auch rascher auf. Es ist eine energische, schnell verlaufende Zuckung, nach welcher die während der Ruhe bestehende Verlängerung bald wieder eintritt. Selbst bei vollkommen ausgeschnittenen oder von ihrem einen Ansatzpunkte losgelös'ten Muskelpartien, welche die durch ihre Decurtation bedingten zickzackförmi-

---

[1]) S. hierüber Purkinje a. a. O. S. 43 — 50.

gen Biegungen der Fasern beibehalten, erscheint nur, wie man an den Bauchmuskeln des Frosches sehr leicht sehen kann, eine momentane Annäherung und Vergrößerung der Zickzackbiegungen, eine wellenförmig dahin laufende Kräuselung und eine ähnliche Erhebung der Querstreifen. Stehen diese schnell dahineilenden Processe nach einem Momente still, so verharren die durch die Tonicität bedingten Zickzackbiegungen. Dieses Verhalten rührt von keiner eigenthümlichen Einwirkung des Galvanismus, sondern von der besondern functionellen Beschaffenheit der quergestreiften Muskelfasern her. Denn nach mechanischer oder chemischer Reizung der entsprechenden motorischen Nerven, in Folge willkührlicher Zusammenziehung im Leben sehen wir dasselbe. Eben so entstehen die durch galvanischen Reiz bedingten Contractionen der mit einfachen Muskelfasern versehenen Mittelschichten des Darmes, der Harnblase etwas langsamer und halten vorzüglich länger nach der Einwirkung an. Es entsteht entweder eine locale, z. B. furchenartige oder ringförmige Strictur oder durch Fortpflanzung auf Nachbartheile eine wahre peristaltische Bewegung. Es ist aber wahrscheinlich, daß die eigenthümliche Vertheilung der Muskelfasern am Darmrohre, an der Blase, an der Gebärmutter der Säugethiere, den Tuben dieser und des Menschen und dgl. das Meiste zu diesem letztern Momente beitrage. Denn einerseits verhalten sich die Zusammenziehungen des Musculus retractor penis des Pferdes in dieser Beziehung ähnlicher den Contractionen der willkührlichen Muskeln, und anderseits finden wir eine peristaltische Bewegung auch an der quergestreiften Muskulatur der Speiseröhre, an den musculöse Fäden enthaltenden Harnleitern, Samenleitern und anderen Drüsenausführungsgängen. Auch die einfachen Muskelfasern in den Netzbalken der cavernösen Körper des männlichen Gliedes, der Harnröhre und der Klitoris reagiren wahrscheinlich auf galvanische Strömungen. Nach einer gesunden Theorie der Erection läßt sich wenigstens dieses schon aus der Thatsache, daß man nach Ritter und Most auf diese Art Steifung des Gliedes hervorbringen könne, entnehmen. Die übrigen contractilen Gewebe haben eine sehr verschiedene Empfindlichkeit gegen Galvanismus. Am stärksten erscheint sie noch in der Regenbogenhaut; unbedeutender, oft ganz fehlend in den Häuten der Lymphgefäße und der Blutgefäße, so wie vielleicht der Tunica dartos und Null in der äußern Haut. Die Veränderungen, welche der Galvanismus in den Capillaren erzeugt, beruhen theils auf seiner reizenden Einwirkung, theils auf seinen Effecten auf die Wandungen der feinsten Blutgefäße, theils endlich auf seiner elektrochemischen Veränderung des Bluts. Diese, so wie die dadurch bedingte Metamorphose der Ernährungsflüssigkeit und die Reaction der Drüsenwandungen erzeugen auch Abweichungen der Secrete.

II. Magnetelektrische Strömungen. — Daß auch diesen bedeutende physiologische Wirkungen zukommen, wurde schon bemerkt. Auch kann man sich hiervon an den magnetelektrischen Rotationsmaschinen von Saxton, Clarke, Ettingshausen leicht überzeugen. Bei Befestigung der stärker wirkenden Spirale wird durch heftiges Umdrehen und schnelles Schließen und Losreißen des Ankers der Magnete die Empfindung bald äußerst stark, so daß sich Knacken in den Ellenbogen- und selbst den Schultergelenken einstellt. Besondere, eigenthümliche Perception konnte ich nicht wahrnehmen. Auch auf Frösche wirkt der Ettingshausen'sche Apparat sehr stark. Man erhält bei lebenden Thieren sehr leicht heftiges Schreien und lebhafte tetanische Krämpfe. Der exacte Nachweis des Marianini'schen Gesetzes ist hier noch weniger möglich.

III. Thermoelektrische Strömungen. — Um zu beweisen, daß auch diese Zuckungen am Froschschenkel erregen, schlägt Becquerel folgenden Versuch vor. Man nimmt einen Platindraht, dessen beide Enden spiralig eingerollt sind, legt die Schenkel eines Froschpräparates auf ein Platinblech, erhitzt das eine Spiralende bis zum Rothglühen und applicirt das glühende Ende an die Austrittsstelle der Nerven aus der Wirbelsäule, das kalte dagegen an die Schenkel. Es entstehen dann heftige Zuckungen. Geschieht die Application in umgekehrter Ordnung, so erhält man nur schwache Convulsionen. Um aus diesem Experimente mit Sicherheit Etwas schließen zu können, muß man sich überzeugen, daß die bloße Application des glühenden Endes keine Convulsionen hervorruft, — ein Umstand, der in vielen, wo nicht allen Fällen äußerst mißlich sein dürfte. Die Einwirkung der höhern Temperatur vermeidend gelangte ich auf folgendem Wege zu einem gewünschten Resultate. Man nimmt einen thermoelektrischen Kupfer-Eisenbogen mit endständiger Löthung, wie er zu thermomagnetischen Versuchen gebraucht wird, umwickelt das eine Kupferende mit dem Hüftnerven eines präparirten und auf einer Glasplatte isolirten Froschschenkels und applicirt das andere Kupferende an den Muskel. Entsteht keine Zuckung, so erhitzt man die endständige Löthungsspitze desjenigen Kupferdrahtes, welcher mit dem Nerven in Verbindung tritt. Noch lange ehe sich Rothglühen einstellt, erzeugen sich schon bei Schließung dieser Thermokette starke Convulsionen, während sie bei der Eröffnung mangeln. Ist umgekehrt das dem Muskel entsprechende Ende das erwärmte, so erhält man in der Regel keine bis schwache Zuckungen. Da bei diesem Experimente, selbst wenn die Endspitze rothglühend ist, die den Froschtheil berührende Hälfte des Kupferdrahtes der fühlenden Hand noch gar keinen höhern Wärmegrad zu erkennen giebt, so beweis't dieser Versuch vollständig, daß der bloße thermoelektrische Strom der physiologischen Wirkung nicht ermangelt.

IV. Chemischelektrische Wirkungen. — Da die Contactelektricität erst durch sensibel chemische Thätigkeit einen bedeutenderen Grad von Intensität erreicht und mit dieser Erhöhung der contactelektrischen Wirkung auch die physiologische zunimmt, so ergiebt sich schon hieraus, daß die durch chemische Zersetzung entstehenden elektrischen Ströme auch Nervenströmungen anregen. Abgesehen von den gewöhnlichen galvanischen Ketten und Säulen hat Becquerel einen leicht zu wiederholenden hierher gehörenden Versuch angegeben. Man lege ein Froschpräparat auf eine Glasplatte, bringe ein Platinblech mit dem Nerven, ein anderes mit dem Muskel in Berührung, tauche das freie Ende des erstern in ein Gefäß mit Säure, das des zweiten in ein solches mit Alkali und verbinde beide Gefäße durch einen befeuchteten Baumwollendocht. Sobald das letztere geschieht, erhält man ausgezeichnet starke Contractionen. Auf einfacherm Wege suchte ich auf folgende Art die physiologische Wirkung der chemischelektrischen Ströme anschaulich zu machen. Man fülle zwei Gläschen mit destillirtem Wasser, lasse in jedes derselben mit seinem einen Ende ein Platinblech tauchen, während der übrige Theil desselben auf einer Glasplatte ruht, wähle einen nicht zu reizbaren Froschschenkel, applicire den M. gastrocnemius desselben an das eine, den N. ischiadicus an das andere Platinblech, verbinde die beiden mit Wasser versehenen Gefäße durch einen Platindraht mit einander und überzeuge sich, daß dann weder Schließungs- noch Oeffnungszuckungen entstehen. Nun gieße man in das eine Gefäß einige Tropfen einer Mineral-

säure, z. B. Salpetersäure; man erhält dann so starke Schließungszuckungen, daß der Schenkel von dem Platinbleche hinwegspringt.

Es wurde schon früher besprochen, wie es bei den wechselseitigen Erregungen von Licht, Wärme, Magnetismus, Elektricität, Chemismus und Strömung des Nervenfluidums von Nebenverhältnissen abhängt, ob durch ein gleiches Quantum von Bewegung oder Dynamik des einen Agens eine größere oder geringere Menge eines anderen in Thätigkeit versetzt wird. Ein contactelektrischer Strom z. B. wirkt auf die Magnetnadel am günstigsten, wenn er durch einen sehr langen und dünnen, ein thermoelektrischer dagegen, wenn er durch kürzern und dickern Leitungsdraht geht. In der Grove'schen Säule concentrirt sich die Wirksamkeit in den elektrolytischen Erscheinungen und den Licht- und Wärmeeffecten, während die physiologischen Kräfte unbedeutender sind. Bei den mit einem Eisenkern von Drahtbündeln versehenen elektromagnetischen Schnecken dagegen findet das Umgekehrte statt. Die chemische Zersetzung eines einfachen kleinen Plattenpaares bleibt unbedeutend, während der physiologische Effect bei dem Oeffnen der Kette äußerst heftig erscheint. Oft, jedoch wie schon bemerkt wurde, nicht immer, gehen die chemischen und die magnetischen Phänomene einerseits, die Lichteffecte und die physiologischen Folgen anderseits einander parallel. Die letzteren werden in einem hohen Grade durch die Dichtigkeit und Schnelligkeit des elektrischen Stromes, die verschiedene Leitungsfähigkeit und Reizbarkeit der thierischen Theile und der einzelnen Geschöpfe bestimmt. Bei allen diesen Einflüssen aber erzeugen sich nur während der Bewegung der Elektricität, nicht aber während der Statik derselben, wahrnehmbare Folgen. Wir müssen daher bei dem praktischen Gebrauche des elektrischen Fluidums, abgesehen von den durch die Gesetze der lebenden Organismen erzeugten Normen, auf jene eben erwähnten physikalischen Bedingungen Rücksicht nehmen und nur von der in Bewegung versetzten, nicht aber der in statischer Ruhe befindlichen Elektricität Etwas erwarten, obgleich der alle Gesetze so oft vernachlässigende medicinische Aberglaube auch die Heilkräfte des letztern Zustandes in Anspruch nehmen zu können glaubte.

Man bedient sich zu Heilzwecken sehr verschiedener elektrischer Vorrichtungen. 1) Die zur Erzeugung der Reibungselektricität gebrauchten Apparate sind mit Recht seit der Entdeckung des Galvanismus und den Folgefortschritten derselben in den Hintergrund getreten. Der gelindeste denkbare Grad von vorgeschlagener Anwendung war, in einen kleinern Raum, z. B. die Luft eines Zimmers, möglichst viel Elektricität durch metallene an den Conductor befestigte Spitzen ausströmen zu lassen, um hierdurch die Vermehrung der Secretionen an der Haut, der Nasenschleimhaut und dgl. zu befördern. Es versteht sich von selbst, daß Dinge der Art nur noch historischen Werth haben. Eher denkbar ist die Anwendung des schon früher erwähnten elektrischen Bades und die des Durchströmens der Elektricität durch den Körper oder einen Theil desselben. Wird hierbei der Strom durch metallene Spitzen oder ein stumpfes Holz gegen eine bestimmte kranke Stelle geleitet, so nannte man dieses den elektrischen Hauch. Eben so versuchte man den Theil mit einem feuchten Schwamm zu bedecken und durch diesen vermittelst eines an ihn applicirten Conductors Elektricität einströmen zu lassen. Bei der Frictionselektricität sowohl, als bei der galvanischen versuchte man auch gestielte, den Theilen angepaßte Platten und Strahlenspitzen, um die Ströme einzuführen. Die sogenannte Metallbürste besteht in einem an der einen Fläche mit Spitzen versehenen Bleche. Diese werden unter die Haut

eingestochen, um so die Durchleitung der Elektricität durch die feuchten subcutanen Theile zu erleichtern. Alle diese und ähnliche meist überflüssige Instrumente können sowohl zu bloßer Einströmung der Elektricität, als zu elektrischen Schlägen dienen. Für diese gebraucht man dann eine Elektrisirmaschine mit Conductor und Isolirschemmel oder mit Leidener Flaschen, an welchen letzteren das Laue'sche Elektrometer den Spannungsgrad zur Sicherheit anzeigt. 2) Einfache galvanische Ketten, welche bloß local wirken sollen, haben nur einen beschränkten Gebrauch. So empfahl z. B. Kilian eine aus zwei elektrisch entgegengesetzten Metallen bestehende Geburtszange, um die mangelnden Zusammenziehungen des Uterus anzuregen. Am einfachsten dürfte dann sein, die eine Branche aus Kupfer oder Eisen, die andere aus Zink anfertigen zu lassen. Die Erfahrung hat aber hier überhaupt noch zu entscheiden, ob bei jener Schwäche der Gebärmutterzusammenziehung, welche die Anwendung des Instrumentes erheischte, dieses überhaupt noch wirkte und ob, wenn die Effecte stärker sind, alle schädlichen Einwirkungen für Uterus und Kind ausblieben. 3) Zusammengesetzte Volta'sche Vorrichtungen, seien es Säulen, welche in neuerer Zeit zu medicinischen Zwecken fast ausschließlich gebraucht wurden, oder Trog- oder Becherapparate. Da nur die in Bewegung gesetzte, nicht die statische Elektricität physiologisch wirkt, so stellt sich die Aufgabe, innerhalb einer bestimmten Zeit so viele Schließungen und Oeffnungen als möglich hervorzurufen. Am leichtesten erfolgt dieses, wenn man das Neef'sche Hitzrad oder irgend einen andern einfachen oder mit einem Uhrwerk versehenen Commutator zu Rathe zieht, oder wenn, wie bei dem Neef'schen Magnetelektromotor die Maschine selbst diesen Dienst verrichtet. Je kürzer die Dauer des statischen Schlusses der Kette ist, je rascher Schließung und Oeffnung auf einander folgen, um so energischer wirkt der Apparat ein. Bedient man sich des Neef'schen Magnetelektromotors, so hat man noch den Vortheil, die organischen Theile einem magnetelektrischen Wasserbade aussetzen zu können, da man nicht bloß bei Berührung der Elektroden, sondern auch in dem zwischen ihnen befindlichen Raume und in einer gewissen Circumferenz im Wasser die Schläge erhält. 4) Volta'sche Ketten oder Säulen mit Verstärkungsapparaten. Hierher gehören die schon oben erwähnten Vorrichtungen mit langen umsponnenen Leitungsdrähten, das Einbringen von Stahlbündeln, die elektromagnetischen Spiralen und Schnecken und dgl., bei welchen allen auch Commutatoren und Gyrotrope angebracht werden können. 5) Magnetelektrische Maschinen, vorzüglich Rotationsapparate, wie sie ebenfalls schon früher angeführt wurden und bei welchen natürlicherweise ein Commutator durch das Drehen selbst ersetzt wird, wie bei dem Apparate von Saxton, von Clarke, von Ettingshausen, oder die Maschine selbst durch ihr Arbeiten diesen Dienst verrichtet, wie bei dem Magnetelektromotor von Neef. Da die unter Nr. 4. und 5. genannten Apparate sowohl hinsichtlich der nothwendigen Vorbereitung, des für jeden einzelnen Versuch nothwendigen Kostenaufwandes und vorzüglich der Intensität der Wirkung sehr bedeutende Vortheile vor den gewöhnlichen Volta'schen Säulen gewähren, so müssen sie auch von jedem Arzte, welcher den Fortschritten der Zeit folgt, vorzugsweise in Gebrauch gezogen werden. Hierbei kann man sich dann entweder metallischer Leiter unmittelbar oder nach Bedeckung der zu berührenden Hautstellen mit Oel, eingeölter oder befeuchteter Leinewand, Flanell und dgl. bedienen oder Acupunkturnadeln oder andere die Haut durchbohrende Instrumente, die aber sämmtlich von nicht leicht oxydirbaren Metallen, z. B. von Gold und

vorzüglich Platin sein müssen, gebrauchen. Die letzteren sind dann vorzuziehen, wenn es sich, wie bei Lähmungen einzelner Nerven, darum handelt, den elektrischen Strom vorzugsweise auf ein beschränkteres Gebiet und auf dieses unmittelbar zu richten.

Die Elektricität gehört zu denjenigen Mitteln, welche bei den verschiedensten Krankheiten versucht und empfohlen, bald gegen Alles angewendet, bald zu sehr in den Hintergrund gestellt worden ist. Bedenkt man nun überdies, daß man sie schon oft gebrauchte, ohne sich ihrer Wirkungsweise deutlich bewußt zu sein, und daß man selbst häufig ihre verschiedenen Strömungsrichtungen, ihre anderen physikalischen Grundbedingungen gar nicht berücksichtigte, so darf es nicht wundern, wenn gegen die Anpreisungen, welche in dieser Beziehung von einzelnen Physikern und Aerzten gemacht wurden, eine Reaction der Vernachlässigung von Anderen eingetreten ist. Es sind daher heute noch die Indicationen für die Anwendung dieses Agens nichts weniger als sicher und wissenschaftlich festgestellt. Wir wissen noch nicht genau, welche Wirkungen die Reibungselektricität und welche der Galvanismus und die anderen Elektricitätsarten haben. Die widerlichen Versuche, welche mit galvanischen Säulen früher auf dem Continente, und in neuerer Zeit noch vorzüglich in Amerika an Hingerichteten angestellt wurden, geben gar keine wesentliche Belehrung und beweisen nur — woran kein Mensch zweifeln wird und was sich an jeder amputirten Extremität eben so gut darthun ließe — daß auch der menschliche Organismus, gleich dem thierischen gegen den Galvanismus empfindlich ist.

Der Gebrauch der Elektricität und vorzüglich des Galvanismus wurde empfohlen:

1) Zur Belebung des Scheintodes. Hierfür sprachen die an Thieren und Menschen gemachten Erfahrungen von Alex. v. Humboldt, Abildgaard, Bernouilli, Valli, Caldani, Pfaff, Creve, Bremser u. A. Allein hier dürfte die Elektricität nur eine sehr beschränkte Anwendung finden. Der galvanische Reiz kann höchstens dazu dienen, uns zu überzeugen, ob überhaupt noch Reizbarkeit vorhanden ist. Ob neben dieser das Totalleben noch bestehe, ist eine andere Frage. Weiter dagegen sich auf galvanische Kräfte in solchen kritischen, rasche und energische Hülfe verlangenden Fällen zu verlassen, wäre sehr tadelnswerth. Wir haben einerseits kräftigere hier zum Ziele führende Mittel. Anderseits könnte der Galvanismus selbst oft eher schaden, als nützen, da die Intensität des Stromes sehr leicht die schwache Grenze, hinter welcher er die erlöschende Lebensflamme nicht mehr belebt, sondern durch Ueberreizung vernichtet, überschreiten kann.

2) Von wahrem Nutzen ist die Anwendung der Elektricität in paralytischen Nervenkrankheiten aller Art. Hier ist auch das Princip, aus welchem die heilkräftige Wirkung hervorgeht, klarer. Ein jedes Organ muß sich, je mehr an Kraft verbraucht wird, um so mehr redintegriren, einen um so regern Stoffwechsel in sich unterhalten, sich dadurch mehr beleben und wiederum so zu größerer Kraftäußerung geschickt werden. Schon gesunde Organe werden durch Uebung stärker. Da nun aber die elektrischen Strömungen Strömungen des Nervenfluidums anregen, so setzen wir dadurch den paralytischen Nerven in Thätigkeit und können ihn, wenn nicht überhaupt die Nervenströmung in ihm unterbrochen oder unter alle Reaction gesunken ist, durch anhaltende Uebung der Art zu neuem Leben zurückführen. Die Grundbedingung ist aber hier, daß die Lähmung auf einem bloßen Minus der Nervenkraft beruhe. Liegen organische Fehler zum Grunde, hat der Nerv eine

zu große Reizempfänglichkeit und arbeitet daher in seiner subjectiven Energie um so mehr, je weniger er objective Eindrücke zu erfassen vermag, so kann natürlich die Elektricität nur ohne allen Erfolg bleiben oder das Uebel nur noch vermehren, wenn nicht noch andere Nebenverhältnisse jene erhöhte Reizempfänglichkeit vermindern. Daher sehen wir täglich ältere Lähmungen, welche nach Nervenfiebern, nach mechanischen Erschütterungen, nach Vergiftungen, z. B. Bleikolik u. dgl., entstanden sind, durch Galvanismus gebessert oder geheilt werden. Der Gleichheit des Grundprincipes wegen erstreckt sich die Möglichkeit dieser Anwendung auf sensuelle, sensible und motorische Nerven. Amaurose und Taubheit sind oft auf diesem Wege vermindert, wo nicht gänzlich entfernt worden. Das Gefühl, so wie die Beweglichkeit gelähmter Theile und Glieder kehrt nicht selten nach anhaltender Application galvanischer Ströme wieder. Krämpfe, welche als Folge zu geringer Kraft der Nervenströmung und daher entstehender Ueberreizung gedacht werden können, wie bei hierhergehörenden Fällen von Hysterie, Chorea, Katalepsie u. dgl., sind durch Galvanismus eingestellt worden. Eben so gehören wahrscheinlich hierher die glücklichen Resultate, welche bei Stimmlosigkeit oder Stimmfehlern von Grappengießer, Ramm, Magendie u. A. angegeben worden, so wie von Heilungen von Muskelverkürzungen und Schielen, welche Leiden aber natürlich leichter, schneller und gefahrloser durch die Operation beseitigt werden. Mehr Aufmerksamkeit dürfte in dieser Beziehung die auf diesem Wege auch schon geheilte Ptosis verdienen. Der Vorschlag, bei Leiden, wie Volvulus, Intussusceptio intestinorum, durch galvanische Strömungen Contractionen zu erzeugen, scheint kaum annehmbar. Denn gezwungen, die Strömung ohne Kenntniß der Details des Uebels durchgehen zulassen, hinge es bei eintretender Wirkung fast ganz vom Zufall ab, ob wir das Leiden heben oder die Einschnürung vermehren. Wollten wir bei Hernia incarcerata, wie Leroy empfahl, durch Galvanismus Erhöhung der peristaltischen Bewegung und so das Herausziehen der eingeklemmten Darmschlinge aus dem eingeschnürten Bruche bewirken, so bliebe dieses nur ein letztes, vor der Operation allenfalls noch zu machendes Versuchsmittel, wenn uns die gewiß nicht minder stark wirkenden Laxantien diesen Dienst nicht geleistet haben. Von localer Anwendung galvanischer Ströme auf die Einschnürungsstelle kann aus doppeltem Grunde nicht die Rede sein, weil die contractilen nicht musculösen Theile einerseits gegen Galvanismus sehr träge reagiren, und anderseits die entzündliche Reizung der einklemmenden und eingeklemmten Theile so nur noch vermehrt werden könnte. Mehr Beachtung verdient der Vorschlag, nach La Beaume bei hartnäckiger, aus reiner Atonie der Gedärme hervorgehender Leibesverstopfung, bei Mangel der Contraction der Gebärmutter u. dgl. den Galvanismus zu versuchen. Seine Anwendung bei Kopfschmerz, bei Epilepsie, Cardialgie, Hydrophobie und dgl. dürften durchaus zu verwerfen sein, weil hier der mögliche Nutzen den möglichen Schaden kaum aufwiegt, es sei denn, daß nach den eben angeführten Prinzipien die Indicationen festgestellt werden, oder daß man in Verzweiflungsfällen den Grundsatz melius remedium anceps quam nullum in Anwendung setzen wollte. Bei dem auch hierher gehörenden Gesichtsschmerze treten meist die eben besprochenen Verhältnisse ein. Jedoch führen Reinhold, Magendie und Friedländer Fälle von Erleichterung an, und Magendie und James empfehlen in neuester Zeit den Galvanismus bei Nervenschmerzen des Gesichtes und anderer Körpertheile, halten jedoch hierbei den Gebrauch von Acupunkturnadeln von Platin für wesentlich. Bei allen diesen Leiden

kann natürlich nur dann von Anwendung des Galvanismus die Rede sein, wenn die Krankheit des Nervensystems nicht die Folge eines andern, die Grundbedingung bildenden organischen Leidens ist. Sonst vermag natürlich das Symptom als Folge bei Fortbestehen der Ursache nicht gehoben zu werden. Hiernach dürfte z. B. die von Matteucci empfohlene Anwendung des Galvanismus bei Tetanus traumaticus, welche viele Aerzte von diesem Agens bei Lähmungen durch organische Fehler machen, von selbst zu beurtheilen sein.

In der Praxis wurden meist hierbei beide Pole ohne Unterschied angewendet. Da sich bei dem Oeffnen der Kette eine dem bei dem Schlusse derselben erscheinenden Strome entgegengesetzte Strömung einstellt, da überdieß das Marianini'sche Gesetz häufige Ausnahmen erleidet, so wird diese Indifferenz erklärlicher. Da jedoch der entgegengesetzte Oeffnungsstrom immer schwächer, als der Schließungsstrom ist, so könnte man vielleicht in einzelnen Fällen (bei Anwendung der Inductionsapparate fällt dieses natürlich von selbst hinweg) Kraft ersparen, wenn man das Marianini'sche Gesetz berücksichtigte. Es müßte denn, wenn die Anregung sensueller oder sensibler Nerven zur Aufgabe wird, die Strömung centripetal, bei Excitation der motorischen Nerven centrifugal eingeleitet werden. Bei tetanischen Kräften müßte man centripetale Strömungen wählen u. dgl. Für die Anwendung am Auge schlägt Purkinje nach seinen oben angeführten Erfahrungen vor, daß bei beginnender Amaurose, welche mit subjectiven Lichtbildern verbunden ist, der Zinkpol, der den Achsenpunkt des Auges von subjectivem Lichte befreie, bei schwarzem Staare dagegen, welcher von vorn herein mit directer Schwäche auftrete, der Kupferpol in möglichster Nähe des Gesichtsorganes applicirt werde. Auch das Gesetz der Volta'schen Alternative wäre bei solchen medicinischen Anwendungen des Galvanismus nicht zu übersehen.

3) Nicht bloß zur Reaction des Nervensystemes des menschlichen Körpers selbst, sondern auch der in ihm wohnenden Entozoen sollte der Galvanismus dienen. Es wurde nämlich vorgeschlagen, ihn zur Diagnose der Existenz des Bandwurmes zu benutzen. Schon die bloße Anwendung des elektrischen Bades sollte das Thier in Unruhe versetzen, während einige starke elektrische Schläge dasselbe tödteten. Die Bandwurmzufälle sollten sich nach Fricke bisweilen beruhigen. Taenien sind von Busch durch solche Methoden abgetrieben worden.

4) Dadurch, daß durch den elektrischen Strom Ausdünstungsströmungen befördert werden, dachte man an die Anwendung derselben zur Anregung der Hautthätigkeit, z. B. nach zurückgetretenen Ausschlägen, bei Gicht, bei Rheumatismus chronicus, bei der asiatischen Cholera. Theils hierauf, theils auf ihre muskulomotorischen Effecte basirt sich wahrscheinlich die Empfehlung der Reibungselektricität und des Galvanismus bei Amenorrhoe und Dysmenorrhoe.

5) Die thermischen Wirkungen der Elektricität könnten medicinisch benutzt werden, wenn nicht einfachere Mittel durch unmittelbares Brennen zu Gebote ständen. Zu plötzlichem Ausbrennen torpider Fistelgänge, zum plötzlichen Aussetzen von Moxen könnte z. B. die Application der geeignet geformten Elektroden, welche mit einer Grove'schen Säule verbunden sind, leicht dienen. Vielleicht, daß eine solche Methode bei sehr gewundenen Fisteln, welche vollständig durchbrannt werden müssen und bei welchen das Einbringen des Metalldrahtes längere Zeit dauert, in Anwendung zu ziehen.

sind. Eben so dürfte vielleicht die in der Privatpraxis so oft Schwierigkeiten erregende Anwendung des Glüheisens auf diese Art umgangen werden.

6) Nächst den Neuralwirkungen könnten die elektrochemischen Effecte des Galvanismus noch die größte Anwendung erlauben. Ob er in Ausnahmsfällen bei Hämorrhagien zur Coagulation des Blutes und zur Stillung der Blutung zu gebrauchen sei, steht dahin. Eben so sehr ist es zu bezweifeln, ob der theoretisch gemachte Vorschlag, Steine, Gichtconcremente u. dgl. durch den Galvanismus aufzulösen, nicht bloß zu den Phantasmen der Studirzimmer gehört. Der Prüfung werth dürfte vielleicht die Idee von Orioli sein, die schädlichen Absonderungen der Geschwüre durch Galvanismus zu verbessern. Gesetzt, ein Geschwür bringt ein saures, die Umgebung anfressendes Secret hervor, so könnte man versuchsweise nach Mausford so verfahren, daß man eine Zinkplatte, welche durch einen Metallbogen mit einer an der befeuchteten Haut befestigten Kupferplatte in Verbindung stände, auf der Geschwürsfläche mittelst einer geeigneten Bandage liegend erhielte. Gegen diesen Vorschlag spricht vielleicht nur der Umstand, daß man so auch kein neutrales Secret erhält. Eben so wäre es nicht undenkbar, zu versuchen, ob nicht dasjenige Magenleiden, welches nach Thomson durch Neutralität oder Alkalescenz des Magensaftes bedingt wird, eine ähnliche Correction durch geeignet eingebrachte, als Elektroden dienende Acupunkturnadeln entfernt werden könnte. Endlich will Fabré-Palaprat noch das bekannte, von Davy entdeckte Ueberführen von Stoffen durch die galvanische Strömung praktisch in Gebrauch gezogen haben. Er trocknete einer Frau die Haut der beiden Arme so sehr als möglich ab, legte an den einen eine kleine, mit Jodkaliumlösung durchtränkte, an den andern eine mit Stärkemehl versetzte feuchte Compresse, bedeckte die erstere mit einer mit dem positiven, die letztere mit einer mit dem negativen Pole einer Säule in Verbindung stehenden Platinplatte, und sah bald, daß das Stärkemehl blau wurde. Nach Entblößung der Haut von der Epidermis verstärkten sich diese Wirkungen. Um daher z. B. Jod in das Innere einer Geschwulst einzuführen, brauche man nur mehre, mit dem negativen Pole in Verbindung stehende Nadeln in jene einzustechen. Fabré-Palaprat will hierdurch Verhärtungen, welche sonst allen Medicamenten widerstanden, aufgelös't haben. Eben so wurden, wie noch die neuesten Erfahrungen von Crusell und Lerche erhärten, Trübungen der Hornhaut, Kataracten u. dgl. durch Galvanismus aufgehellt. Man bringt zu diesem Zwecke die Kupferelektrode einer einfachen Kette, bei welcher Schwefelsäure als Leiter gebraucht wird, an das Auge, die Zinkelektrode dagegen in den Mund, vorzüglich an die Zunge. Es läßt sich aber nicht leugnen, daß alle diese Angaben noch zu wenig geprüft worden sind, als daß sich ein bestimmtes Urtheil über ihren Werth und die speciellen Anzeigen zu Realisirung der genannten Vorschläge fällen ließe. Theoretisch haben sie mehr oder minder noch das gegen sich, daß die galvanischen Ströme, abgesehen von anderen leichter zu Gebote stehenden Mitteln, einerseits sehr reizend wirken können und momentan angewendet ihren Zweck verfehlen, anhaltend applicirt, zu sehr aufregen und zerstören müssen und daß man anderseits durch sie keine neutralen, sondern entschieden sauere oder entschieden alkalische Producte erhält. Daher dürfte auch bei Geschwülsten, zur Reifung von Bubonen und anderen Tumoren die Reizung selbst einen vorzüglichen Hebel ausmachen.

Die technische Anwendung der physiologischen Wirkungen des Galvanismus sind natürlicherweise beschränkter als die jedes andern Effectes elektrischer Strömungen. So viel ich weiß, hat nur Vorsselmann de Heer seinen elektrischen Telegraphen hierauf basirt.

G. Valentin.

Gehirn.

Das Gehirn gehört zu den Theilen des Körpers, dessen physiologische Verhältnisse am wenigsten bekannt sind. Dies liegt zum Theil an der Unmöglichkeit, mit unseren jetzigen Hülfsmitteln den Gang der Faserung zu ergründen, ohne deren Erkenntniß die wichtigsten Fragen unlösbar bleiben, zum Theil an der zu materialistischen Richtung der vergleichenden Anatomie, welche die Verschiedenheiten des Hirnbaues untersuchte, ohne die Differenzen der Seelenthätigkeiten in Rücksicht zu nehmen. Fast kann man sagen, es liege zwischen Anatomie und Physiologie des Gehirns noch eine Kluft ohne Brücke, und wir halten uns daher für berechtigt, die morphologischen Verhältnisse des fraglichen Organs nur in der Kürze zu berühren.

I. Anatomisches.

A. Entwicklung des Gehirns. — Wenn man die Gehirne der Thiere mit dem des Menschen vergleicht, so findet man, in den oberen Klassen wenigstens, sehr deutlich Bildungen, die den verschiedenen Entwicklungsstufen ähneln, welche das menschliche Gehirn von seinem ersten Entstehen bis zu seiner vollkommenen Ausbildung zu durchlaufen hat. Die Centralorgane des Nervensystems werden im Anfange des Fötuslebens durch einen häutigen Cylinder vertreten, welcher mit einer Flüssigkeit erfüllt ist, und da, wo das Gehirn entstehen soll, eine größre Weite hat, als da, wo das Rückenmark zu liegen kommt. An der Innenseite dieses Cylinders setzt sich nun Nervenmasse an, und zwar zuerst an derjenigen Seite des Cylinders, welche den Wirbelkörpern zugekehrt ist. Daher haben die Centralorgane des Nervensystems ursprünglich die Gestalt eines Halbkanals. Die Ränder dieses Halbkanals werden dann durch immer neuen Absatz von Nervenmasse vergrößert, sie wachsen gegen einander zu, bis sie sich berühren und endlich verschmelzen. So wird der Halbkanal in einen Kanal verwandelt, welcher allseitig geschlossen und in dem Kopfe des Embryo's blasenartig ausgedehnt ist. Um diese Zeit ist also das Gehirn hohl und mit Flüssigkeit erfüllt. Allmälig wird dieser Hirnblase sowohl äußerlich als innerlich neue Substanz zugeführt, wodurch das Organ größer und zugleich nach innen solider wird, obschon die Höhlung der Blase nie ganz verschwindet, indem die Hirnhöhlen ihre Ueberreste sind. Viel früher, als der oben erwähnte Halbkanal sich schließt, sind in der Hirnpartie desselben schon Abtheilungen bemerklich, Ausbuchtungen der membranartigen Hirnmasse, welche durch eingeschnürte Stellen von einander getrennt werden. Dieser Abtheilungen sind drei, welche dem verlängerten Marke, den Vierhügeln und den Hemisphären des großen Gehirns entsprechen. Unter diesen Abtheilungen ist die der Hemisphären anfänglich die kleinste, und je jünger der Embryo ist, um so mehr sind verlängertes Mark und Vierhügel der Größe nach vorherrschend, während im spätern Fruchtleben das Verhältniß sich umkehrt und die Hemisphä-

ren das Uebergewicht erhalten. Die Rudimente des kleinen Gehirns werden schon im zweiten Monat bemerkt; sie bestehen aus einem Paar kleiner Hervorwucherungen der Marksubstanz am Rande der vierten Hirnhöhle. Diese beiden Gebilde wachsen über den Halbkanal des verlängerten Marks empor, wölben sich gegen einander, verschmelzen und bilden so anfänglich ein einfaches Dach über der vierten Hirnhöhle. Im vierten Monat entstehn die Markkerne und der Hirnknoten oder die Varolsbrücke, zu einer Zeit, wo die Hemisphären des kleinen Gehirns, von denen Gall die Brücke herleitet, noch nicht wahrnehmbar sind. Erst im fünften Monat entstehen Furchen im kleinen Gehirn, durch welche Lappen abgetheilt werden, und der Unterschied von Wurm und Hemisphären begründet wird. Im siebenten Monat entstehen durch abermalige Furchung Zweige, Aestchen und Blätter der Marksubstanz und erst im neunten Monat wird über diese markigen Gebilde die einhüllende Rindensubstanz ausgebreitet. — Die Vierhügel sind anfänglich, wie die übrigen Hirntheile, nach oben offen, erst am Ende des dritten Monats wölben sie sich über der Fortsetzung der vierten Hirnhöhle zusammen und verwachsen. Sie stellen jetzt eine hohle Blase dar, welche äußerlich durch eine Längenfurche in zwei Abtheilungen getrennt ist. Die Wandungen dieser Blase werden allmälig dicker, so daß die Höhle derselben verhältnißmäßig immer kleiner und zuletzt zu einem bloßen Kanal reducirt wird, welcher die vierte Hirnhöhle mit der dritten verbindet. Erst im siebenten Monat entsteht eine Querfurche, welche die zwei Hügel, die ursprünglich vorhanden sind, in vier abtheilt. Die Sehhügel (thalami nerv. opt.) sind gleich ursprünglich solid und bilden Anschwellungen der nach oben und vorn verlaufenden Hirnschenkel. Sie sind vom Anfange an fast so groß als die Vierhügel, halten auch in Bezug auf Größenentwicklung mit diesen gleichen Schritt, daher sie denn auch in jenem Antagonismus zum großen Gehirn stehen, welcher bei den Vierhügeln bemerkt wurde. — Die gestreiften Körper gehören ebenfalls zu den Theilen des Gehirns, welche schon im ersten Anfange der Bildung wahrgenommen werden. Anfänglich setzen sie sich nach vorn und außen in eine Membran fort, welche das erste Rudiment der Hemisphäre ist. Diese Membran wächst dann von allen Seiten nach oben, ihre vordre Wand rollt sich nach hinten, während ihre äußeren Wandungen sich nach innen wenden, und so entsteht über jedem gestreiften Körper ein Gewölbe, die Hemisphäre mit ihrem Ventrikel. Anfangs sind diese Hemisphären überaus klein und bedecken eben nur die gestreiften Körper, indem sie vor den Sehhügeln liegen, späterhin wachsen sie, rückwärts schreitend, zunächst über die Sehhügel, dann über die Vierhügel und endlich über das kleine Gehirn weg. Bis zu Ende des dritten Monats sind die Hemisphären glatte Blasen, dann erst fängt ihre äußere Gefäßhaut an, Falten zu bilden, welche zunächst Marksubstanz, später aber Rindensubstanz in der Gestalt der Falten absetzen, woraus die Windungen hervorgehen. Diese Windungen sind anfangs flach und selten, nehmen aber mit fortschreitender Entwicklung an Zahl und Tiefe mehr und mehr zu. Die Hemisphären liegen anfänglich ohne alle Verbindung neben einander. Erst im dritten Monate tritt die vordere Commissur auf, noch etwas später, am Ende des dritten Monats, der Balken. Letzterer ist anfänglich auffallend schmal, und verbindet nur die vorderen Theile der Hemisphären, nach und nach wird er breiter, indem seine Bildung von vorn nach hinten fortschreitet. Der Balken entsteht früher als die Windungen, besteht also nicht, wie Gall annahm, aus Fasern dieser, vielmehr sind seine Fasern deutliche Fortsetzungen der gestreiften Kör-

per. Gleichzeitig mit den Balken entsteht auch das Gewölbe. Seine Bildung beginnt mit dem Hervorsprossen der vorderen Schenkel aus den beiden weißen Hügelchen an der Basis des Hirns; sie wachsen dann nach oben und hinten und verbinden sich erst später in der Mittellinie, wodurch das Gewölbe über der dritten Hirnhöhle zu Stande kommt [1]). So skizzenhaft diese Schilderung der Hirnentwicklung ist, so würden wir doch selbst dieser wenigen Mittheilungen uns enthalten haben, wenn sie nicht auf physiologische Fragen einiges Licht würfen. Es scheint erlaubt anzunehmen, daß in der Entwicklungsgeschichte lebender Wesen, die Organe in der Reihenfolge auftreten, wie sie allmälig sich nöthig machen. Ein Thier wird aber erst vegetiren müssen, bevor es zu empfinden vermag, es wird nothwendig Empfindung schon haben müssen, ehe von Bestrebungen die Rede sein kann, und nach demselben Gesetze werden sich die niederen seelischen Thätigkeiten dumpfer Empfindungen und Triebe früher einstellen müssen, als Anschauung, Erinnerung und Wille; diese selbst endlich noch früher als die höher gestellten Thätigkeiten des Verstandes, der vernünftigen Geistesthätigkeit gar nicht zu gedenken. Demnach scheint es, daß die Entwicklungsgeschichte uns einen Maßstab für die Würde der einzelnen Organe biete, und wir werden der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn wir annehmen, daß die im Gehirn zuerst auftretenden Organe, namentlich verlängertes Mark, Vierhügel und gestreifte Körper schon zur Erreichung vegetativer Zwecke von Wichtigkeit sind, und im Seelenleben nur dessen erste Regungen bedingen, während die später entwickelten Organe, je nach der Zeit ihres Auftretens, immer wichtigere und complicirtere Seelenthätigkeiten bedingen. Wir können ferner jenen Maßstab an die Hirnbildung der Thiere halten und gewinnen auf diese Weise, noch vor allen psychologischen Erfahrungen, werthvolle Andeutungen über die psychische Stellung der Thiere, indem wir vermuthen dürfen, daß, jemehr ein Thiergehirn die Spuren embryologischer Bildung an sich trägt, um so weniger dasselbe zu einem Organe höherer Seelenthätigkeit geeignet sei.

B. Vergleichende Anatomie. — Wenn man nun den Bau des Gehirns bei den Thieren untersucht, so ist es sehr interessant zu sehen, daß, jemehr man sich von dem Menschen entfernt und stufenweise in die tieferen Ordnungen hinabsteigt, das Gehirn in die früheren, embryologischen Formen mehr und mehr zurückfällt. Bei keinem Thiere gewinnen die Hemisphären des großen Gehirns jene vollkommene Ausbildung, wie beim Menschen; sie sind der Größe nach nicht so vorherrschend vor dem verlängerten Mark und den Vierhügeln, als bei unserm Geschlechte. Bei dem Affen allein ist der hintere Lappen des großen Gehirns in dem Grade entwickelt, daß das hintere Horn des Seitenventrikels sich findet, bei den fleischfressenden Säugern ist das kleine Hirn, bei den Nagern sogar die Vierhügel durch das große Gehirn nicht bedeckt. Noch geringer ist die Entwicklung dieses Organs bei den Vögeln und Amphibien fortgeschritten. Bei Fröschen und Nattern bleiben sogar die Sehhügel nach oben unbedeckt, und bei den Fischen scheinen die eigentlichen Hemisphären ganz zu fehlen. Das Paar solider Hügel nämlich, welches vor den Vierhügeln der Fische liegt, und gewöhnlich als großes Gehirn bezeichnet wird, ist solid, so daß Tiedemann's Ansicht wahrscheinlich genug ist, daß es die gestreiften Körper repräsentire, welche

---

[1]) Näheres findet sich in dem Meisterwerke von Fr. Tiedemann: Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns, Nürnberg 1816.

in ihrer Entwicklung zu sehr zurückbleiben, um eine Hirnblase hervorzutreiben. — Außer den Größenverhältnissen der Hemisphären sind die Windungen zu beachten. Abwärts vom Menschen werden sie immer seltener und flacher; die meisten und tiefsten Windungen finden sich beim Delphin, weniger bei den Affen und Herbivoren, noch weniger finden sie sich bei den Carnivoren, gar keine bei den Nagern, Vögeln und Amphibien. Der Hirnbalken ist bei allen Thieren kürzer als beim Menschen, besonders kurz bei den Nagern, bei den Vögeln und noch tieferen Klassen fehlt er ganz, daher bei diesen die großen Hemisphären nur durch die vordere Commissur in dürftiger Verbindung stehen. Das Gewölbe wird schon in den unteren Klassen der Säugethiere sehr kurz; bei den Vögeln finden sich zwar die vorderen Schenkel, aber sie sind, wie beim menschlichen Embryo vor dem fünften Monat, in der Mittellinie nicht verbunden; bei den Amphibien fehlt dieser Theil ganz. Auf ähnliche Weise sieht man das kleine Gehirn immer mehr in die unausgebildeten Formen des Embryolebens zurückfallen, jemehr die Untersuchung in die niederen Thierstufen hinabsteigt. Schon bei den Säugern treten die Hemisphären des kleinen Gehirns gegen das Wurmstück mehr zurück, ungleich mehr noch bei den Vögeln, und bei den Amphibien ist die Differenz beider Theile nicht einmal angedeutet. Die Furchen, durch welche die Abtheilung in Lappen, Zweige und Blätter zu Stande kommt, nehmen an Zahl mehr und mehr ab, so daß schon bei einigen Säugern Blätter und Zweige ganz fehlen, und nur die einfachste Furchung in Lappen vorhanden ist. Bei den Amphibien urd Fischen ist das kleine Gehirn gewöhnlich nur in der Form eines glatten Gewölbes über dem vierten Ventrikel vorhanden. Der Hirnknoten, welcher in der Entwicklungsgeschichte des Menschen ziemlich spät auftritt, findet sich nur noch beim Säugethiere, und auch bei diesem in verjüngtem Maßstabe. Von beträchtlicher Größe sind dagegen bei den Thieren verlängertes Mark und Vierhügel, was jedoch nach dem früher Mitgetheilten, nur für einen Mangel der Entwicklung gelten kann. In Zusammenhang hiermit steht es, daß schon bei einigen Säugern kleine Höhlen in den Vierhügeln gefunden werden, welche in beträchtlicher Größe und regelmäßig bei den drei unteren Klassen der Wirbelthiere vorkommen; in Zusammenhang hiermit steht ferner, daß zwar bei den Säugern durch eine doppelte Furche wirklich vier Hügel, bei den tieferen Klassen dagegen, durch eine einfache Längenfurche nur zwei Hügel abgegrenzt werden. — Dergleichen Thatsachen, welche sich noch mehr ins Feine verfolgen lassen, scheinen anzudeuten, daß das Hirn des Menschen und der Wirbelthiere einen analogen Entwicklungsgang nehmen, bei welchem die höheren Thiere, und mehr noch der Mensch, zu den vollkommensten Bildungen durchdringen, während die niederen Klassen gleichsam auf den unteren Sprossen der Stufenleiter stehen bleiben. Dieser Satz verliert freilich an Wichtigkeit, wenn man sieht, daß das Gehirn des Vogelembryo's dem Gehirn des Menschen in mancher Hinsicht ähnlicher ist, als das des erwachsenen Thiers, und daß das Fischgehirn sich durch Bildungen auszeichnet, die in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Fötus kein Analogon finden. Noch mehr verliert der erwähnte Satz an Bedeutung, wenn man die Hirnentwicklung der wirbellosen Thiere berücksichtigt, bei welchen alle Spuren der Analogie verloren gehn. Bei den Artikulaten finden sich meist zwei Ganglien, welche durch eine Quercomissur verbunden sind, und unmittelbar neben einander auf dem Schlunde liegen. Diese Ganglien hängen durch zwei Nervenfäden, welche den Schlund umgeben, mit einem unter dem Schlunde befindlichen

Ganglion zusammen; sie geben die Nerven an die Sinnesorgane ab, und sind daher mit dem großen Gehirn verglichen worden. Ob das untere Schlundganglion als kleines Gehirn gelten dürfe, scheint sehr zweifelhaft. Bei den Cephalopoden und kopftragenden Mollusken ist die Anordnung der großen Nervenmasse dem der Artikulaten höchst ähnlich; es findet sich ein einfaches oberes und ein unteres Schlundganglion, welche durch den Schlundring in Verbindung stehen. Denselben Bau kennt man auch bei einigen kopflosen Mollusken, z. B. bei den zweischaaligen Muscheln, daher man, ungeachtet der Abwesenheit eines Kopfes, diese Theile vielleicht doch als Vertreter des Gehirns aussprechen darf. Bei anderen Acephalen z. B. den Ascidien, finden sich Nervenfaden mit zerstreuten Ganglien, deren vielleicht keines eine Bevorzugung genießt. Auch der Schlundring der Seesterne, mit seinen den Strahlenfurchen entsprechenden Ganglien, ist in seiner Bedeutung als Gehirn zweifelhaft. Bei den niedrigsten Thieren ist das Nervensystem überhaupt nicht nachgewiesen, und das Gehirn fehlt ihnen wahrscheinlich ganz.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, daß es vom anatomischen Standpunkte aus mißlich ist, den Begriff des Gehirns festzustellen. Vielleicht giebt es verschiedene Grundformen des Gehirns, wie es deren für das gesammte Nervensystem unfehlbar verschiedene giebt, vielleicht auch thäte man besser, nur bei den Wirbelthieren ein Gehirn anzunehmen, eine Vermuthung, die weiter unten eine gewisse Begründung finden wird. Gewiß ist, daß wir nicht im Stande sind, über die Gegenwart des Gehirns in den verschiedenen Thierklassen mit Sicherheit zu urtheilen, vielweniger noch die Mittel besitzen, über die Entwicklungsstufe und Geltung jeder Hirnform zu entscheiden. Wenn nun oben vermuthungsweise der Satz ausgesprochen wurde, daß die Stufenleiter der Hirnentwicklung ein Maßstab für die psychische Begabung thierischer Wesen sei, so ergiebt sich gegenwärtig, daß die empirische Beweisführung dieser Hypothese zur Zeit sehr unvollkommen ausfallen müsse. Um einige Andeutungen zu geben, in wie fern die Entwicklungsstufe des Seelenlebens derjenigen des Hirnbaues entspreche, bemerken wir Folgendes:

Bei den hirnlosen Thieren und bei denen, welche nur die ersten Rudimente eines Hirns haben, sind kaum mehr als Spuren eines schwachen Empfindens und Strebens merklich. Das Dumpfe der Empfindung ergiebt sich aus den geringen Folgen mechanischer Verletzungen, welche in den Gang des thierischen Strebens oft sehr wenig eingreifen. Abschneiden von Gliedern hat bei Polypen, Seesternen und anderen niederen Thieren so wenig Effect, daß man ihr Vermögen zu empfinden, hieraus allein nicht würde folgern können. Blutegel fahren fort zu saugen, wenn man ihnen das Schwanzstück abschneidet, Insecten fahren nach Verlust eines Beines fort zu fressen, und selbst Frösche verbleiben nach Verlust eines Gliedes im Act der Paarung. Es ist unverkennbar, daß mit der vollkommenen Entwicklung des Gehirns das Gefühl lebhafter wird, am lebhaftesten bei den durch ihren Hirnbau so sehr bevorzugten Vögeln und Säugern; aber die Empfindungen werden bei ihnen nicht nur lebhafter, sondern durch das Auftreten specifischer Sinnesorgane auch vielseitiger. Ob hirnlose Thiere außer dem Tastsinn irgend ein specifisches Empfindungsvermögen haben, scheint ungewiß, wenigstens möchte ich die von Ehrenberg entdeckten Augenpunkte der Medusen und Seesterne, nach meinen Beobachtungen der letzteren, für zweifelhafter Natur halten. Die Insecten scheinen noch des Gehörs zu entbehren,

einige wenigstens, wie die Fliegen, wo es mir durchaus nicht gelang, sie durch gellendes Pfeifen und Detonation eines Zündhütchens zu erschrecken, während eine Bewegung mit der Hand, schon in ziemlicher Entfernung, sie in die Flucht trieb. Unter den Wirbelthieren sind wieder die Vögel und Säuger die feinhörigsten, auch scheinen nur sie Empfänglichkeit für die Qualität der Töne zu haben. Eine ähnliche stufenweise Entwicklung läßt sich im Gesichtssinne nachweisen, so z. B. ist nur bei sehr vollkommenem Hirnbau ein Einfluß der Farben auf Erregung von Leidenschaften bemerkbar. Daß die Entwicklung des Hirns mit der Entwicklung der Sinnesfunctionen in Zusammenhang stehe, ist nicht nur Thatsache, sondern für die Wirbelthiere auch in sofern begreiflich, als Nase, Auge und Ohr durch Ausstülpungen der Hirnblasen im Embryo gebildet werden. Mit der Entwicklung des Hirns wächst die Zahl der Triebe und der Affecte. Bei den hirnlosen Thieren fehlt dem Anscheine nach sogar der Geschlechtstrieb, und das Streben nach Nahrung und die Unlust am Schmerz sind vielleicht die einzigen psychischen Regungen. Mit dem Auftreten eines Hirnknotens bei den Cephalophoren und Annulaten, tritt dann der Geschlechtstrieb auf, zu welchem sich bei einigen Insecten offenbar noch der Affect des Zornes gesellt. Ueberdies können, wie an einem andern Orte zu zeigen, die so zahlreichen Instincte der Insecten nicht ohne Mitwirkung eines psychischen Triebes gedacht werden. Und doch sind diese Affecte und Triebe nicht nur der Zahl nach beschränkter, sondern auch dem Gepräge nach undeutlicher, als bei den höheren Wirbelthieren. Schon bei dem Insect zeigt sich der dunkle Trieb, für seine Nachkommenschaft zu sorgen, aber erst bei den Vögeln beginnt der Affect für die Jungen. Freude, Zuneigung, Traurigkeit, Neid, Zorn, gewinnen nun deutlich den Typus menschlicher Seelenzustände. Am unverkennbarsten aber zeigt sich der Einfluß des Hirnbaues in der Sphäre der Intelligenz. Mit dem großen Fortschritte der Organisation bei den Wirbelthieren beginnt zuerst die Empfänglichkeit für Erfahrung. Das Erkenntnißvermögen der Wirbellosen ist ein festes, es ist von Geburt an vorhanden und erfährt keine Erweiterung; nur die Wirbelthiere sind gelehrig. Fische lassen sich abrichten und finden sich auf das Zeichen einer Glocke an dem Platze ein, wo sie gefüttert werden; die Schlangen werden von den Indianern zu allerlei Kunststücken abgerichtet. Noch weit gelehriger sind die Vögel und Säugethiere, und es ist bekannt, wie bei diesen obersten Klassen die Mitwirkung des Menschen zu einer gewissen Entwicklung nicht unerläßlich nöthig ist, indem vielmehr der Vogel und das Säugethier aus eigner Macht Erfahrungen zu sammeln und zu benutzen weiß, so daß die Alten klüger sind, als die Jungen. Also mit der organischen Ausbildung des Gehirns entwickelt sich gleichzeitig das Seelenleben der Thiere in zunehmender Kraft und Fülle; indeß muß gezeigt werden, wie sehr man sich zu hüten hat, diesem Satze eine zu weite Ausdehnung zu geben.

Der Materialismus freilich gefiel sich in der Behauptung, daß zwischen Hirnbildung und Seelenleben ein paralleler Entwicklungsgang bemerklich sei; allein die Beweisführung war oberflächlich und zum Theil selbst willkürlich. Die Oberflächlichkeit bestand darin, daß man von einem Parallelismus des Entwicklungsganges sprach, ohne vorher die Principien festzustellen, nach welchen der Grad der organischen Entwicklung geschätzt werden sollte. Der geistreiche von Bär hat vortrefflich erwiesen, daß die Thierwelt nicht nach einem Typus gebildet sei, und wenn dies nicht der Fall ist, so sind alle graduelle Vergleichungen wenn nicht sinnlos, doch mindestens unsicher und

schwankend. Das Gehirn der Mollusken kann kaum unvollkommener genannt werden, als das der Insecten, und doch stehen letztere in psychischer Beziehung viel höher; sie stehen dem Anscheine nach sogar höher, als die Fische und viele Amphibien, obgleich der Hirnbau dieser dem des Menschen weit näher kommt. Vergleicht man ferner die Vögel mit den Säugern, so ist im Allgemeinen kaum zu sagen, bei welchen das Seelenleben mehr entwickelt sei, und doch ist das Gehirn der Säuger so sehr viel ausgebildeter. Zu demselben Resultate führt die Vergleichung von Thieren gleicher Klassen, was in sofern noch richtiger ist, als bei gleichartigen Thieren die Entwicklungsstufen des Hirnbaues sich richtiger schätzen und vergleichen lassen. Bei weitem das menschenähnlichste Gehirn hat der Affe, und doch stehen Elephant, Hund und Pferd in Bezug auf ihre Fähigkeiten gewiß nicht unter ihm. Aeußerst entwickelt ist das Gehirn des Delphins, bei welchem große Gaben kaum vorausgesetzt werden dürfen, und höchst unentwickelt ist das Gehirn des Bibers, welcher nicht nur durch seine Kunsttriebe sondern auch durch seine Zähmbarkeit sich auszeichnet. Vergliche man den Hirnbau zweier Pachydermen, wie Elephant und Schwein, so würde ein Vorrang des einen kaum nachweisbar sein, und doch ist die psychische Präponderanz des Elephanten eine enorme. Schon aus den wenigen mitgetheilten Beispielen ergiebt sich, wie unbegründet die Behauptung ist, daß zwischem dem Entwicklungsgange der Hirnorganisation und dem des Seelenlebens ein Parallelismus besteht. Nicht minder wichtig für die vorliegende Untersuchung sind die pathologischen Erfahrungen; bei den geachtetsten Beobachtern finden sich Beispiele von Erweichungen, Verhärtungen, hydatidösen und anderen Entartungen, die, ungeachtet einer sehr weiten Ausbreitung, doch keine merkliche Störung im Seelenleben zu Stande brachten. Home betrachtete einen dermaßen entwickelten Wasserkopf, daß das Sonnenlicht durch den Schädel hindurch wahrnehmbar war, und dennoch blieb das Kind am Leben, und es entwickelten sich die geistigen Kräfte zwar schwach, aber doch über Erwartung [1]. Noch unbegreiflicher sind oft die geringen Folgen der Hirnwunden, wovon Arnemann und Haller eine Menge merkwürdiger Fälle zusammengestellt haben. Ein junger Mensch schoß sich zwei Kugeln in den Kopf, verlor, abgesehen von der später eintretenden beträchtlichen Eiterung, sogleich ein Paar Tassen Hirnsubstanz, und blieb dennoch am Leben. Er war blind geworden, befand sich aber übrigens besser als je; er war früher düster, wenig mittheilend und von schwerfälligem Verstande gewesen, und zeigte sich nach der Genesung nicht nur heiterer und gesprächiger, sondern auch intelligenter [2].

C. Allgemeine Anatomie. — Von physiologischem Interesse ist in der Anatomie des Gehirns auch die Untersuchung der weißen und grauen Substanz. Es muß den histologischen Artikeln dieses Werks überlassen bleiben, die verschiedenen Ansichten der Anatomen über diesen Gegenstand historisch zu entwickeln; wir beschränken uns hier auf eine Darlegung unsrer eignen Meinung. Das Charakteristische der grauen Masse des Hirns und Rückenmarks sind bekanntlich sehr blasse, im Innern mit einem Kerne versehene Kugeln, eine Art Zellen, welche in der weißen, durchaus fasrigen Masse fehlen. Wahrscheinlich entspringen alle Fasern in der grauen Substanz. Zwar kann ich der Ansicht nicht beistimmen, daß die Fasern unmittelbare Fortsetzungen der Kugeln sind; dagegen deuten allerdings verschiedene Um-

[1]) Philos. Transact. 1814. pag. 469.
[2]) Froriep's Notizen 1836. Dec. S. 334.

stände darauf hin, daß der Ursprung der Fasern in der Nähe derselben zu suchen sei. Dahin gehört das Eindringen der Nervenwurzeln in Theile, welche mit grauer Substanz versehen sind, die Unmöglichkeit, Faserursprünge in der weißen Masse nachzuweisen, wo sie doch dem Mikroskop am wenigsten entgehen könnten, vor allen aber die Vermehrung der Faserbündel, welche durch graue Masse hindurchtreten. Eine Vermehrung der Fasern in den Ganglien, behaupteten schon Gall, Reil, Bichat und Andere, und wenn auch die Beweise, auf welche sie sich beriefen, der Wissenschaft nicht genügen, so ist doch die Behauptung selbst vollkommen richtig. Untersuchungen, welche ich gemeinschaftlich mit meinem Freunde Bidder anstellte, belehrten uns, daß die austretenden Zweige in den Ganglien oft wirklich stärker sind als die eintretenden, auch in solchen Fällen, wo die Verdickung der ersteren von einem Zutritt fremdartiger Elemente nicht abgeleitet werden kann. In manchen Ganglien besteht der eintretende dünnere Zweig größtentheils aus dicken Fasern, während die austretenden, dickeren Zweige größtentheils aus viel dünneren Fasern zusammengesetzt sind, wodurch eine Vermehrung der Fasermasse um so mehr erwiesen wird, als wir Grund haben, die dicken und dünnen Fasern für specifisch verschieden zu halten [1]). Wenn also der Ursprung von Fasern wenigstens in der grauen Masse der Ganglien unleugbar sein dürfte, so erlaubt wohl die Analogie, ein ähnliches Verhältniß der grauen Substanz auch an anderen Stellen des Nervensystems vorauszusetzen.

Eine solche Voraussetzung scheint überdieß durch manche physiologische Thatsachen gerechtfertigt. Wir wissen, daß es im Nervensystem Theile giebt, welche als Quellen der Nerventhätigkeit betrachtet werden dürfen, während andere Theile nie Reize von sich ausgehen lassen, sondern nur empfangene leiten. Nun lehrt aber die Erfahrung, daß nur diejenigen Theile Thätigkeiten beginnen, welche graue Masse enthalten: das Gehirn, das Rückenmark, und die Ganglien. Wird der Zusammenhang eines Nerven mit diesen Theilen aufgehoben, so schwinden nicht nur die willkürlichen Bewegungen, sondern auch die automatischen, ja es schwindet selbst der Muskeltonus und zwar unverzüglich. Es ist daher naturgemäß, anzunehmen, daß die graue Masse bei der Erzeugung der Nerventhätigkeit die erste Rolle spiele. Ist dieser Schluß richtig, so müssen die Fasern, welche das erzeugte Agens auf entlegene Theile verpflanzen sollen, in der grauen Masse entspringen. Diese Masse scheint aber nicht nur bestimmte Reize von sich ausgehen zu lassen, sondern sie nimmt auch Reize, welche von peripherischen Theilen zugeführt werden, auf und verarbeitet sie. Reize, welche nach innen geleitet werden, können sich zu Empfindungen gestalten, aber nur wenn sie bis zu einem Organe durchdringen, welches mit grauer Masse versehen ist. Ferner können Reize, welche nach innen geführt werden, die leitende Faser verlassen, und auf andere überspringen, wie in den Reflexbewegungen; aber diese Uebertragung des Reizes von centripetalen Leitern auf centrifugale geschieht wiederum nur in Organen, welche graue Masse besitzen. Demnach erscheint die graue Masse als wesentliche Vermittlerin des Willens, der Empfindung, der automatischen Bewegungen, des Reflexes und des Tonus in den Muskeln.

Die weiße Substanz, welche immer aus Fasern besteht, hat vielleicht

---

[1]) Das Nähere hierüber werden Bidder und ich in einer besonderen Schrift über den Sympathicus demnächst bekannt machen.

die ausschließliche Aufgabe der Leitung. Ich will auf die Versuche kein Gewicht legen, wo man in enthaupteten Thieren die graue Substanz des Rückenmarks zerstörte und dann die Reflexbewegungen vermißte; denn solche Experimente scheinen mir zu unsicher, um Schlüsse zu gestatten. Weit wichtiger ist, daß in den Nerven, in welchen die Verrichtungen der weißen Masse am reinsten beobachtet werden können, alle jene Functionen, die wir der grauen Masse zuschreiben, nicht zu Stande kommen. Die Nerven, in sofern sie der Kugelmasse entbehren, vermögen nur zu leiten. Der gewichtigste Einwurf, welcher sich früher gegen diese Behauptung aus den Bewegungen des Herzens und Darmkanals entnehmen ließ, ist durch Remack's Entdeckung beseitigt, daß die Nerven aller Theile, welche getrennt von dem Körper ihre automatischen Bewegungen fortsetzen, mit Ganglien, also mit grauer Substanz, versehen sind. Die weiße Masse hat also die Bestimmung, zu leiten, und fast scheint es, daß nur sie zum Leiten geeignet sei. Mechanische Reizung der grauen Masse des Gehirns erregt weder Empfindung, noch Bewegung, und Reizung der grauen Masse des Rückenmarks erregt weder Zuckungen unterhalb, noch Reflexbewegungen oberhalb der gereizten Stelle.

Die Functionen, welche wir für die graue und weiße Masse in Anspruch genommen haben, sind mit den Eigenthümlichkeiten des Gewebes beider Substanzen in Uebereinstimmung. Die größere Selbstthätigkeit der grauen Masse kann kaum befremden, wenn wir berücksichtigen, daß sie vorzugsweise aus Zellen besteht, d. h. aus jenen kleinen Organen, welche in ihrer Abgeschlossenheit von innen her die bewundernswürdigsten Thätigkeiten entwickeln. Die Eizelle mit ihren inneren Bewegungen, und jene Pflanzenzellen, in welchen ein Kreislauf der Säfte stattfindet, sind hinreichende Beweise für das Gesagte. Dagegen scheint derselbe zellige Bau den Mangel des Leitungsvermögens begreiflich zu machen, in sofern die Abgeschlossenheit der Kugeln, welche oft noch von Zellgewebscheiden umgeben sind, der Mittheilung ihrer Zustände weniger günstig sein dürfte. Auch die Functionen der weißen Masse lassen sich aus den histologischen Eigenthümlichkeiten derselben, dem theoretischen Verständniß näher bringen. Die Fasern der weißen Masse bestehen im frühern Embryoleben ebenfalls aus Zellen, aber in einer spätern Periode verschmelzen dieselben. Scheint es nicht, als ob sie hiermit absichtlich der Isolation entzogen würden, damit durch Herstellung eines Zusammenhangs diese der Leitung günstigere Bildung hergestellt werde?

Wir halten demnach die graue Masse in einem gewissen Sinne allerdings für die höhere, nur muß im Auge behalten werden, daß sie ohne die weiße Masse ganz wirkungslos sein würde. Beide Massen scheinen sich in ihren verschiedenen Thätigkeiten zu ergänzen, und es ist kein Grund, anzunehmen, daß das quantitative Vorherrschen der einen Masse dem Nervensysteme eine höhere Bedeutung und Würde gebe. Dagegen läßt sich erwarten, daß, wenn eine Wechselwirkung zwischen beiden Substanzen stattfindet, eine vielseitige Berührung beider dem Nervenorganismus zu gute komme. In dieser Hinsicht scheint es nicht unwichtig, daß wir gerade in den vollkommensten Thieren und besonders beim Menschen die meisten Hirnwindungen finden, wodurch weiße und graue Masse in größeren Flächen mit einander in Berührung kommen.

Besonders viel Aufmerksamkeit hat man der Größenentwicklung des Gehirns zugewendet. Nach Sömmerring wiegt das menschliche Gehirn gewöhnlich gegen 3 Pfd.: er fand unter 200 Gehirnen nicht ein einziges

von 4 Pfd. Dagegen citirt Haller[1]) zahlreiche Beobachter, denen Gehirne von 4 bis 5 Pfd. und mehr vorgekommen, und Rudolphi[2]) bemerkt hierzu, daß diese Angaben wohl Glauben verdienten, da er selbst ein Gehirn von 4¾ Pfd. zu beobachten Gelegenheit gehabt habe. So große Gehirne haben die Thiere nicht. Bei den größten Stieren und Pferden wiegt das Gehirn noch nicht 2 Pfd. Indeß wog ein Wallfischgehirn nach Rudolphi 5⅓, ein Elephantengehirn nach Perault sogar 9 Pfd., Gewichte, welche die Masse des menschlichen Gehirns übertreffen. So vereinzelt diese beiden Verhältnisse dastehen, so scheinen sie doch hinreichend zu zeigen, daß die absolute Größe des Gehirns nicht der Maßstab seiner Vollkommenheit sein kann, besonders wenn wir die Erfahrung zu Hülfe nehmen, daß unter den kleinsten Vögeln mit einem Minimum von Hirnmasse sehr gelehrige und durch Kunsttriebe ausgezeichnete Geschöpfe vorkommen. Eben so wenig als die absolute Größe des Gehirns ist die relative geeignet, das Räthsel zu lösen. Das menschliche Gehirn bildet ungefähr 1/35 bis 1/60 der Körpermasse, während es bei vielen Affen und Vögeln größer ist, nach Cuvier z. B. bei Simia sciurea 1/22, S. capucina 1/25, S. Jacchus 1/23, S. faunus 1/24, und nach Haller beim Finken 1/27, bei einem Kanarienvogel sogar 1/14. Daß die relative Größe des Gehirns und der physischen Begabung der Thiere in gar keiner Beziehung stehe, läßt sich schon daraus schließen, daß alle sehr kleinen und jungen Thiere ein relativ größeres Gehirn haben, als alle großen und alten. — Auch Sömmerring's Angabe, daß der Mensch im Verhältnisse zu dem Rückenmarke und den Nerven das größte Gehirn habe, kann das psychische Uebergewicht des Menschen vor den Thieren nicht im mindesten verständlich machen. Wollte man sich bei dieser Art zu vergleichen an die Massen halten, so würde der Vergleich an der Unmöglichkeit scheitern, die Nerven zu wägen, hält man sich dagegen an die Durchmesser, so hat der Delphin ein größeres Gehirn als der Mensch. Im Menschen verhält sich der Querdurchmesser des Gehirns zu dem des verlängerten Marks wie 7:1, im Delphin dagegen wie 7 11/12:1 nach Tiedemann, oder selbst wie 13:1 nach Cuvier. Mit welchen anatomischen Verhältnissen das Uebergewicht des Seelenlebens im Menschen zusammenfalle, ist also eine Frage, welche die Gegenwart noch nicht entscheiden kann.

II. Das Gehirn ist das Seelenorgan.

A. Beweise: Das Gehirn scheint in den höheren Thierklassen wenigstens das ausschließliche Organ aller bewußten Lebensthätigkeit zu sein. Für diese Ansicht sprechen zunächst die Erfahrungen der praktischen Heilkunde. Die Entzündungen, Apoplexien, Erschütterungen, Wunden und viele andere krankhafte Zustände des Gehirns, geben dem praktischen Arzte fast täglich Gelegenheit zu bemerken, daß Gehirn und Seele sich wie Organ und Lebensverrichtung verhalten. Ein mäßiger Andrang von Blut zum Gehirn regt die Sinnesthätigkeit und Phantasie auf, ein übermäßiger unterdrückt sie; ein Druck auf das Gehirn vernichtet plötzlich das Bewußtsein, und Beseitigung des Druckes stellt es oft eben so plötzlich wieder her. Kein anderes Organ, das Rückenmark nicht ausgenommen, steht in gleichem oder auch nur ähnlichem Wechselbezuge zur Seele, vielmehr kann jedes bald

---

[1]) Elementa Phys. IV. p. 10.
[2]) Grundriß der Physiol. II. S. 11.

plötzlich, bald allmälig in Wegfall kommen, ohne die Seelenfunctionen unmittelbar zu beeinträchtigen.

Ein anderer Belag für die aufgestellte Ansicht liegt in der Erfahrung, daß Empfindung und freiwillige Bewegung in jedem Körpertheile sogleich verloren gehen, wenn sein Zusammenhang mit dem Gehirn durch Unterbindung oder Zerschneidung der Nerven gestört wird. Zwar sind einige widersprechende Thatsachen allerdings bekannt geworden, wie z. B. Desault von einem Soldaten berichtet, welcher nach Durchschneidung des Rückenmarks eine Fußreise gemacht habe, allein diese vereinzelten Angaben verschwinden neben zahllosen Beobachtungen und Experimenten, welche das Gegentheil aussagen, vollkommen, und müssen als irrig verworfen werden. Man kann zugeben, daß Empfindung und freiwillige Bewegung in Folge der Nervendurchschneidung verloren gehen, und doch zweifeln, ob Empfindung und Wille ihren Sitz im Gehirn haben. So meint Nasse, daß der Zusammenhang des Nerven mit dem Gehirn nur zur Aufrechthaltung seiner Lebensthätigkeit nothwendig sei, während Empfindung und Wille direct doch an den Nerven selbst gebunden wären. Ich kann dieser Ansicht nicht beistimmen. Auch in enthaupteten Thieren sind die Nerven lebensthätig, wie die Reflexerscheinungen besonders deutlich beweisen. Ist nun ein Nerv, nachdem er durchschnitten worden, zwar lebensthätig, jedoch nicht fähig, Empfindung und willkürliche Bewegung zu vermitteln, so weiß ich dieß nicht anders zu deuten, als daß Empfindung und Willen eben nicht zu seinen Lebensthätigkeiten gehören. Henle freilich leugnet, daß der durchschnittene Nerv das Empfindungsvermögen verliere, und behauptet, dies scheine nur so, weil das Gehirn allerdings das Bewußtsein vermittle [1]). Er beweis't, daß der Urquell der Lebensthätigkeit des Nerven in diesem selbst liege, wie überhaupt die specifische Thätigkeit jedes Organs nur aus ihm selbst, nicht aus einem andern, abgeleitet werden könne, und behauptet, daß die specifische Thätigkeit des sensibeln Nerven eben ein Empfinden, die specifische Thätigkeit des Gehirns aber in Vermittlung des Bewußtseins und im Denken liege. Zur Unterstützung dieser Ansicht beruft sich Henle auf die Erfahrung, daß Reize, welche unsere Sinne treffen, oft nicht im Momente ihrer Einwirkung, sondern erst nachträglich ins Bewußtsein treten, woraus sich ergebe, daß sie auch ohne Bewußtsein, also ohne Mitwirkung des Gehirns empfunden worden. Dergleichen Thatsachen sind unzweifelhaft, aber die Deutung läßt sich angreifen. Ein Wort, welches wir überhören und gleichwohl gehört zu haben uns nachmals erinnern, beweis't nicht, daß wir es in dem Augenblicke empfanden, in welchem es gesprochen wurde. Es beweis't nur, daß die Schallwelle den Hörnerven in einen andern, unstreitig specifischen Zustand versetzte; ob aber dieser Zustand schon das volle Empfinden war, ist noch Gegenstand der Frage. Mir scheint aber die Empfindung keine einfache Lebensthätigkeit zu sein, sondern zusammengesetzt aus einem specifischen Wirken des Sinnesnerven und einem eben so specifischen des Gehirns. Das Sinnesorgan assimilirt den empfangenen Reiz nach seiner Individualität, das Gehirn empfängt diesen Reiz aus zweiter Hand und nimmt ihn auf im Bewußtsein. Erst mit der Aufnahme des Reizes im Bewußtsein wird die Empfindung fertig. Gegen die Behauptung, daß wir auch ohne Bewußtsein empfinden, setzt sich die Erfahrung, die wir an uns selbst machen, eben so wohl als das Raisonnement, dem es darauf ankom-

[1]) Henle's allgemeine Anatomie S. 710.

men muß, zwischen den physikalischen und chemischen Bewegungen in den Sinnesorganen und den Sinnesbildern, wie Farbe, Klang, Wärme, zu unterscheiden.

B. Von den Bewegungen enthirnter Thiere, welche zweifelhaft machen können, ob das Gehirn der ausschließliche Sitz der Seele sei. In Widerspruch mit der Behauptung, daß das Gehirn der Sitz des Willens sei, scheinen zahlreiche Angaben, nach welchen geköpfte Thiere noch zu regelmäßiger Ortsbewegung befähigt waren. Die Strauße, welchen Herodian im Laufe den Kopf abschoß, sollen weiter geeilt sein, und von Hühnern, welche nach Abschneidung des Kopfes davon gelaufen, kann man oft von Augenzeugen hören. Bemerkenswerth ist, daß selbst achtbare Naturforscher ähnliche Erfahrungen mittheilen, deren Haller [1]) und Nasse [2]) ziemlich viele gesammelt haben. Demungeachtet zweifle ich, daß nach Entfernung des Gehirns bei Wirbelthieren andere Bewegungen als Convulsionen vorkommen. Ich habe bei Hühnern wiederholt den Versuch gemacht, mit scharfen Instrumenten und möglichst schnell zu köpfen, habe aber nie etwas anders als Convulsionen gesehen. Dasselbe versichert Kürschner [3]). Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß Hühner, Truthühner und Enten, welche nach dem Schlachten umherliefen, durch einen fehlerhaften Schnitt einen Theil des Gehirns behalten hatten. Aber gesetzt selbst, daß ein im raschen Laufe geköpfter Vogel seinen Lauf ein Stück fortgesetzt habe, wie Karl Boerhave gesehen zu haben versichert, so würden wir immer noch vorziehen, hierin ein unwillkürliches Fortgehen der Maschine zu erblicken, und anzunehmen, daß eine gewisse Association normaler Ortsbewegungen ohne allen Einfluß der Seele zu Stande kommen könne. Es ist nämlich schon deshalb höchst unwahrscheinlich, daß geköpfte Vögel sich willkürlich bewegen sollten, weil nicht einmal Frösche nach Entfernung des Gehirns sich selbstständig bewegen können. Zwar habe ich selbst darauf aufmerksam gemacht, daß Frösche, denen man nach Abschneidung des Kopfes eine gestreckte Lage giebt, diese fast regelmäßig in eine sitzende umändern [4]), allein unstreitig ist Valentin's Bemerkung richtig, daß diese Veränderung der Lage nur durch die überwiegende Kraft der Beugemuskeln vermittelt werde. Bringt man den Frosch gleich bei Anfang des Versuchs in eine, der Muskelruhe günstige Stellung, und schützt ihn vor jedem äußern Reize, besonders auch dem Luftzuge, so stirbt er in der erhaltenen Stellung ohne Ausnahme [5]). Dergleichen Vorsichtsmaßregeln benutzten die alten Experimentatoren nicht, denn erst die Controversen über Reflexbewegungen konnten den Sinn für diese feineren Verhältnisse schärfen. Berücksichtigt man dies, so kann auf die Erzählungen älterer Physiologen, welche an enthaupteten Thieren selbstständige Bewegung beobachtet haben wollen, unmöglich ein großes Gewicht gelegt werden, um so weniger, da die Zahl ihrer Beobachtungen, im Verhältnisse zu dem, was Hall, Müller, Grainger, Valentin, Kürschner und ich selbst über diesen Gegenstand experimentirt haben, gering ist.

Wie wir alle willkürlichen Bewegungen in geköpften Wirbelthieren

---

[1]) Elementa IV. 352.

[2]) Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. I. 221.

[3]) M. Hall's Abhandlungen über das Nervensystem, aus dem Englischen mit Erläuterungen und Zusätzen von G. Kürschner.

[4]) Müller's Archiv 1838.

[5]) Kürschner a. a. O

leugnen, so leugnen wir auch, daß die Reflexbewegungen auf Willenseinfluß bezogen werden dürfen. Hier, wo in Frage gestellt ist, ob das Gehirn ausschließliches Seelenorgan sei, verdient die Natur dieser Bewegungen eine sorgfältige Berücksichtigung. Enthauptete Thiere reagiren auf äußere Reize fast eben so wie unverletzte. Nach der Enthauptung reiben Kätzchen mit der Hinterpfote die Halswunde, Schildkröten verstecken sich bei Berührung unter ihr Schild, und Frösche, welche bei der Brust gefaßt werden, suchen sich los zu arbeiten. Es hat also freilich den Anschein, als ob die Thiere den äußern Reiz empfänden, und auf eine zweckmäßige Weise demselben zu begegnen suchten, daher auch Le Gallois die Lehre aufstellte, das Prinzip der Empfindung und Bewegung jedes Gliedes liege in dem Theile des Rückenmarks, von welchem das Glied seine Nerven erhalte. Allein diese Ansicht hat viel gegen sich. Allerdings haben die Reactionsbewegungen oft den Anstrich der Zweckmäßigkeit, oft aber auch nicht. So sah Kürschner, daß Frösche eine Stelle der Bauchhaut, welche mit der Pincette gekneipen wird, gerade eben so mit dem Fuße bedecken, als eine andere Stelle, die man mit Schwefelsäure betupft, obgleich im letztern Falle nun auch der Fuß von der corrodirenden Säure ergriffen wird. Ueberhaupt läßt sich aus der Zweckmäßigkeit einer Bewegung allein nicht auf die Mitwirkung eines seelischen Princips schließen; erst wenn die zweckmäßige Bewegung zugleich als freie auftritt, wird ein Schluß der Art gerechtfertigt. Die Reactionsbewegungen geköpfter Thiere sind aber bestimmten Gesetzen unterworfen, die von niemand mit gleicher Schärfe aufgefaßt worden sind, als von Kürschner. Zunächst wird die Stärke der Reactionsbewegung durch die Stärke des Reizes bedingt, ein Verhältniß, welches in der Sphäre der willkürlichen Bewegung nicht gilt. Ferner steht die Oertlichkeit der Reactionsbewegung mit der Oertlichkeit der gereizten Stelle in gesetzlichem Zusammenhange. Bei dem Frosche erzeugt Reizung der Haut an einigen Stellen Bewegung der zunächstliegenden Muskeln, an anderen Stellen dagegen Bewegung entlegener Theile. Einige Nerven erzeugen bei kräftiger Reizung allgemeine Reflexbewegungen, andre nur locale. Auch das Genus der Thiere hat Einfluß auf die Art der Bewegung, wie Kürschner richtig angiebt. Geköpfte Frösche richten sich auf den Vorderfüßen auf, wenn die Rückenhaut gekneipen wird, Eidechsen auf den Hinterfüßen. Eine derartige Gesetzlichkeit ist mit der Annahme der Willkür nicht vereinbar, eben so wenig die Thatsache, daß die enthirnten Thiere auf den einwirkenden Reiz jedesmal und ohne Ausnahme reagiren. Das lebendige Thier unterliegt einem solchen Zwange nicht, weil es dem äußern Impulse eine innere Kraft des Willens entgegensetzt.

Viel schwieriger ist die Beantwortung der Frage, ob nicht das Rückenmark einen gewissen Antheil an der Vermittlung der Empfindung habe. Indem M. Hall dieß leugnete, berief er sich auf Versuche, wo nach Durchschneidung des Rückenmarks verschiedener Thiere, zwar die Theile unterhalb des Schnittes auf Reize reagirten und Bewegungen machten, als ob das Thier empfände, wo aber der obere, in der That empfindliche Theil des Thieres, vollkommen ruhig blieb, und dadurch zeigte, daß es die Verletzung der Theile unterhalb des Schnittes durchaus nicht fühle [1]).

---

[1]) Gleiche Beobachtungen haben viele ausgezeichnete Beobachter gemacht, und wenn Budge das Gegentheil bemerkt zu haben versichert (die Lehre vom Erbrechen S. 100 u. s. w.), so kann dies nur auf eine Verwechselung zufälliger Folgen mit

Sehr richtig bemerkt **Hall**, daß man sich hüten müsse, Bewegungen, welche auf Reize entstehen, zu voreilig als Reactionen auf Empfindung zu betrachten. Man hat bei Menschen Paralysen beobachtet, wo Kitzeln der Fußsohlen nicht empfunden wurde, und dennoch, wie beim Kitzelgefühl, ein Zurückziehen der Füße, und zwar ohne Wissen des Kranken, zur Folge hatte. Aus diesen physiologischen und pathologischen Erfahrungen folgert **Hall**, daß das Rückenmark ohne Mitwirkung des Gehirns nicht empfinden könne, selbst dann nicht, wenn es lebenskräftig genug geblieben sei, um Reize von der Peripherie her aufzunehmen und auf Bewegungsorgane mit motorischer Wirkung zu reflectiren. Streng genommen beweisen aber die gegebenen Erfahrungen mehr nicht, als daß der mit dem Gehirn versehene Theil des Thieres solche Reize nicht empfindet, welche Partien treffen, deren Verbindung mit dem Gehirn zerstört ist. Ob aber das vom Gehirn getrennte Rückenmark nicht doch gewisse, wenn auch dunkele Empfindungen **für sich** habe, ist aus ihnen nicht ersichtlich. Bei den niederen Thieren ist eine Theilbarkeit des empfindenden Princips unzweifelhaft, z. B. bei den Naiden, welche sich durch Theilung fortpflanzen; ob bei höheren Thieren etwas Entsprechendes angenommen werden dürfe, ist kaum zu entscheiden. Während nämlich in der Entwicklungsgeschichte der Seele das Empfinden nothwendig dem Wollen vorangeht, so daß ein empfindender Organismus ohne willkürliche Bewegung sehr wohl denkbar ist, so kann doch der Beobachter eines fremden Organismus Empfindung erst aus dem Spiele willkürlicher Bewegung folgern. Wenn nun, wie gezeigt wurde, die willkürliche Bewegung nach der Enthauptung aufhört, so geht freilich die Beweisbarkeit der Empfindung, nicht aber nothwendig die Empfindung selbst verloren. So unmöglich es ist, die Empfindungslosigkeit geköpfter Wirbelthiere zu erweisen, so wenig können wir uns entschließen, ein Empfindungsvermögen derselben anzunehmen. Jedenfalls haben wir keinen Anlaß, uns das Bewußtsein in den höheren Thieren als ein theilbares zu denken, und wir haben uns oben bereits dahin erklärt, daß wir Empfindungsvermögen nur da annehmen können, wo die Perception des Sinnesnerven ein Besitzthum des Bewußtseins wird.

C. **Das Gehirn der niederen Thiere ist nicht ausschließliches Seelenorgan.** — Die Gliederthiere machen nach Wegnahme des Kopfes Bewegungen, welche Willensthätigkeit voraussetzen. Geköpfte Fliegen und Käfer fliegen und laufen nach der Operation oft ziemlich weit und lange. Sie bewegen sich nicht nur in Folge äußerer Reize, sondern wechseln ab mit Bewegung und Ruhe, und zwar zeigt sich in diesem Wechsel kein fester Typus, und die Ruhe scheint nicht bloße Folge der Ermüdung. Eine geköpfte Schmeißfliege war für Tabacksrauch empfindlich, was freilich nicht nothwendig auf ein Riechvermögen zu beziehen ist. Auf den Rücken gelegt, suchte sie sich aufzurichten, und als ihr, weil dies nie gelang, ein spitzes Hölzchen zur Unterstützung hingehalten wurde, ergriff sie dieses zuerst mit einem Fuße, worauf sie die übrigen Beine geschickt nachzog. Geköpfte Wespen stechen auf eine Weise, welche ihr Streben zu stechen kaum verkennen läßt, denn der Stachel des Thieres wird nicht etwa ganz mechanisch vorgeschoben und eingezogen, sondern das Thier be-

gesetzlichen Wirkungen bezogen werden. Wenn Thiere nach Durchschneidung des Rückenmarks vor Schmerz schreien, falls die unterhalb des Schnittes gelegenen Theile gereizt wurden, so wäre die ganze Lehre vom sensorium commune, wie sie in Jahrhunderten aufgebaut worden, eine Chimäre!

mächtigt sich mit den Füßen eines Gegenstandes, hält ihn fest und sticht hinein. Aehnliches sah Treviranus[1]). Dergleichen Bewegungen sind Reflexbewegungen, denn sie erfolgen ohne äußern Reiz, sie haben auch wenig Aehnlichkeit mit Convulsionen, als welche Grainger sie auffaßt. Denn einerseits fehlt ihnen das Zuckende, welches den Convulsionen eigen ist, anderseits scheinen sie Zwecke zu verfolgen, welche durch die Vorstellung gegeben sind. Unserer Ansicht nach hat also der Bauchstrang der Insecten am Seelenleben allerdings Antheil, und ganz unzweifelhaft ist dies bei den Würmern, welche zerschnitten in beiden Hälften fortleben. Bei den hirnlosen Thieren versteht es sich von selbst, daß das Seelenorgan nicht im Gehirne zu suchen sei; bemerkenswerth ist aber die Entdeckung Rathke's, daß selbst eine Fischgattung: Amphioxus lanceolatus, des Gehirns entbehre.

D. Das Gehirn ist der Sitz der Leidenschaften und Affecte. Bichat beschränkte den Zusammenhang zwischen Hirn- und Seelenleben auf das auffallendste, indem er den Sitz der Leidenschaften und Affecte in die Eingeweide und deren Ganglienнerven verlegte. Er machte besonders darauf aufmerksam, wie sich die Wirkungen der Affecte hauptsächlich in den Eingeweiden wiederspiegeln, und wie umgekehrt die von ihnen ausgehenden vegetativen Processe den Leidenschaften ihre Farbe aufdrücken. Er berief sich ferner auf die natürlichen Gesten, daß z. B. der Denker die Hand nach dem Haupte, der liebeschwörende Jüngling aber nach dem Herzen führe. Bichat glaubte in diesen Bewegungen einen Fingerzeig der Natur zu erkennen, welcher auch dem gesunden Sinne des Volkes nicht entgehe, indem alle Sprachen Wörter aufzuweisen hätten, welche, wie gallig für ärgerlich, den Ursprung der Leidenschaften in den Eingeweiden andeuteten. Bichat ist in dieser Beweisführung geistreich und oberflächlich, wie so oft. Das Unhaltbare seiner Ansicht hat bereits J. Müller vortrefflich auseinander gesetzt[2]). Ein Zusammenhang zwischen Hirn und Eingeweiden einerseits, und Seelenleben und vegetativer Thätigkeit anderseits, hat nichts Befremdendes, vielmehr liegt es im Begriff des Organismus, daß alle Theile und alle Functionen in Wechselwirkung stehen. Die Frage ist: ob die Art der Wechselwirkung eine solche sei, daß ein Causalverhältniß zwischen Eingeweiden und Leidenschaften angenommen werden müsse? Dies ist aber nicht der Fall. Allerdings werden durch den Reiz der Leidenschaft die Eingeweide in Bewegung gesetzt, aber nicht immer Ein Eingeweide durch Eine Leidenschaft, sondern oft mehre; nicht immer dasselbe Organ durch denselben Affect, sondern verschiedene; nicht immer bloß Eingeweide, sondern auch andere Theile: Hände, Füße, Kehlkopf, ja selbst die Haare, welche von Sorgen ergrauen. Bestände ein Causalverhältniß zwischen den Lebensthätigkeiten der vegetativen Gebilde und den Leidenschaften, so müßten gleiche Thätigkeiten mit gleichen Leidenschaften zusammenfallen, während wir sehen, daß Herzklopfen mit Zorn, Angst, Liebe, ja mit jedem heftigen Streben sich verbinden kann. Man wird kein Beispiel finden, daß eindringende Desorganisation der Lunge, der Leber, des Herzens, welche so oft beobachtet werden, das Auftreten einer Leidenschaft unmöglich gemacht habe; aber Desorganisationen des Gehirns erzeugen mit Stumpfsinn ein gleichzeitiges Verschwinden aller Affecte. Affecte und Leidenschaften sind also gesteigerte Sensationen und gesteigerte Strebungen, welche vom Hirnleben abhängen. Sie stehen mit

---

[1]) Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. II 192.
[2]) Handbuch der Physiologie des Menschen.

den Thätigkeiten der Brust- und der Baucheingeweide in einem Wechselverhältnisse, wie es die allgemeinen Gesetze der Reizbarkeit mit sich bringen. Eine Leidenschaft tritt hervor und erregt eine Menge von Organen, unter anderen auch Eingeweide, und unter den Eingeweiden vorzugsweise dasjenige, welches für Reize besonders empfänglich ist. Wird umgekehrt ein Eingeweide zuerst erregt, so kann die Erregung auf das Gehirn übergehen, Affecte und Leidenschaften können dann zum Vorschein kommen, vor allen diejenigen, zu welchen das Individuum von Natur hinneigt.

III. Untersuchung der Functionen einzelner Hirntheile.

Die Mittel, welche wir besitzen, uns über die Functionen einzelner Hirntheile aufzuklären, sind die vergleichende Physiologie, die Pathologie und das physiologische Experiment, aber alle diese Mittel sind im höchsten Grade unvollkommen. Die vergleichende Physiologie richtet ihr Augenmerk vorzüglich auf das gleichzeitige Auftreten und Wegfallen von Organen und Functionen, und möchte aus dem Parallelismus in der Entwicklung beider auf ihren innern Zusammenhang schließen. Es ist merkwürdig, daß diese scheinbar so rationelle Methode so überaus wenig Resultate giebt. Wir sehen, wenn wir von den höheren Hirnbildungen zu den niederen herabsteigen, Organe auf Organe verloren gehen, ohne nachweisen zu können, daß hiermit bestimmte Arten von psychischen Thätigkeiten verschwänden. Bei den Säugern verschwindet allmälig der hintere Hirnlappen und die Windungen, bei den Vögeln die Hirnschwiele und die Brücke, bei den Amphibien das Gewölbe, aber es läßt sich auch nicht in einem von allen diesen Fällen nachweisen, daß die Seele um ein bestimmtes Vermögen ärmer geworden wäre. Unstreitig besitzt die Natur zur Erreichung ähnlicher Zwecke sehr verschiedene Mittel, wodurch der Schluß aus diesen auf jene ungemein erschwert wird. — Kaum glücklicher in ihren Bestrebungen war die Pathologie. Man durfte annehmen, daß mit Reizung einzelner Hirntheile eine Exaltation einzelner Seelenthätigkeiten auftreten, umgekehrt aber mit Zerstörung bestimmter Theile bestimmte Seelenverrichtungen verschwinden würden. Da aber die Hirntheile zum größten Theile doppelt sind, und da die symmetrischen Organe sich bis auf einen gewissen Grad gegenseitig vertreten, so mußten schon darum die meisten pathologischen Fälle ohne Resultat bleiben, weil nicht beide symmetrischen Theile gleichzeitig leiden[1]). Wiederum beschränkt sich ein Leiden kaum jemals auf ein umschriebenes Organ, vielmehr zieht der ursprünglich afficirte Theil auch andere in Mitleidenschaft, bald diese, bald jene, so daß die durch die Krankheit hervorgerufenen psychischen Erscheinungen meistens viel zu schwankend sind, als daß ihre Beziehung zu den Organen sich bestimmen ließe. Die Schwierigkeit einer solchen Bestimmung wächst noch dadurch, daß die Grenzen des Krankheitsheerdes sich nicht mit Sicherheit auffinden lassen, daher unbestimmt bleibt, ob ein Complex psychischer Störungen auf eine kleinere oder größere Stelle des kranken Gehirns zu beziehen ist. Was endlich die physiologischen Experimente anlangt, so sind auch die Ergebnisse dieser ziemlich dürftig, wenn man vorsichtig ausscheidet, was des Vertrauens nicht würdig ist. Wenn

[1]) Daß die beiden Seitenhälften des Gehirns sich gegenseitig vertreten, fanden Flourens und Hertwig, indem Exstirpation nur einer Hemisphäre oft ohne merkliche Störungen des Seelenlebens ertragen wird. Auch Cruveilhier erzählt von einem Falle, wo bei Atrophie der einen Hemisphäre eines Mannes die Geistesfunctionen unverkümmert fortbestanden.

das anatomische Messer Hirntheile wegnimmt, damit sich zeige, welche psychische Functionen dann in Wegfall kommen, so wird durch die Blutung, durch den Schmerz, überhaupt durch den gewaltsamen Eingriff in die Organisation eine Störung veranlaßt, welche nicht bloß auf Rechnung des weggenommenen Theils kommt. Die Versuche von Arnemann, Flourens und Hertwig zeigen, daß ein Thier, welches unmittelbar nach der Operation fast seelenlos daliegt, sich oft wieder erholt, und daß psychische Vermögen, welche schon verloren schienen, nach einiger Zeit wiederkehren. Streng genommen haben nur solche Vivisectionen Beweiskraft, wo die Wirkung des sie begleitenden Reizes vorüber ist. Nimmt man hierauf Rücksicht, so wird die Zahl der beachtungswerthen Experimente sehr beschränkt. Bei den Säugethieren erfolgt nach Wegnahme bedeutender Hirntheile der Tod fast immer früher, als die Primärwirkung der Operation vorüber ist, so daß gerade in derjenigen Thierklasse die Vivisectionen am wenigsten Aufschluß geben, wo Aufschlüsse am wichtigsten sein würden. Die sichersten Schlüsse auf die Functionen des menschlichen Gehirns dürften wohl aus der Beobachtung der ursprünglichen Bildungsfehler, besonders der mangelnden Theile zu erwarten sein, nur daß bis jetzt wenig Fälle verzeichnet sein möchten, wo die Beobachter sowohl der körperlichen Mißbildung als dem psychischen Defect eine gleiche Aufmerksamkeit zuwendeten.

A. Functionen des großen Gehirns. Flourens[1]) suchte durch Vivisectionen die Verrichtungen des großen Gehirns aufzuklären, und seine zahlreichen Versuche sind um so wichtiger, als sie von Hertwig[2]) und Schöps[3]) in allen wesentlichen Punkten bestätigt worden sind. Wenn bei Hühnern, Tauben und Hunden die großen Hemisphären von oben her scheibenweise allmälig abgetragen werden, so wird das Thier zunehmend stumpfsinniger und verfällt zuletzt in eine Art Sopor. Zuerst verschwindet das Gesicht, dann Geruch, freiwillige Bewegung und Gehör. Ist nicht zu viel Hirnmasse weggenommen, so erholt sich das Thier und bleibt es auch blind, so ist doch sonst keine Störung der Seelenthätigkeit merklich. Ist aber das große Gehirn vollständig entfernt, so bleibt das Thier soporös, obschon Hühner in den Schlund gebrachtes Futter verschlingen, und so Monate lang fortleben und gedeihen. Eine Henne, welcher die Hemisphären genommen sind, sitzt oder steht regungslos da, sie sieht ein vor die Augen gehaltenes Licht, einen drohenden Streich nicht, sie wird von dem heftigsten Geräusch, von starken Gerüchen nicht afficirt, sie sitzt auf einem Getreidehaufen Tage lang, ohne zu fressen. Bringt man ein Getreidekorn auf die Zunge, so bleibt es liegen, nur wenn man es auf die hinterste Wurzel der Zunge schiebt, wird es verschluckt, doch wird bei demselben Verfahren auch das Ungenießbarste verschlungen. Das Thier bewegt sich fast nie von selbst; wird es aber gestoßen, so läuft es gerade aus, wird es in die Luft geworfen, so fliegt es. Bei diesem Laufen und Fliegen berücksichtigt es keinen Widerstand, es läuft gegen eine Wand ohne umzukehren. Flourens folgert hieraus, daß die großen Hemisphären nicht nur der Sitz der höheren seelischen Vermögen: der Einbildungskraft, des Urtheils, der Erinnerung, sondern selbst des Willens und der Sinnenthätigkeit wären. Gegen diesen Schluß bemerkte schon Cuvier, daß ein Vogel, welcher gestoßen, laufe und in die

[1]) Recherches sur les propriétés et les fonct. du syst. nerveux. Paris 1824.
[2]) Experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali. Berol. 1826.
[3]) Meckels Archiv. 1827.

Luft geworfen, fliege, aller Wahrscheinlichkeit nach auch empfinde; aber warum setzte Cuvier nicht hinzu, daß ein Vogel, welcher fliegt, wenn er in der Luft freigelassen wird, doch wohl eine Vorstellung von seiner stützlosen Lage und den Willen, ein Fallen zu vermeiden, besitzen müsse? Für diese Annahme, daß auch nach Entfernung des großen Gehirns das Thier empfinde und wolle, sprechen entscheidende Beobachtungen. Flourens selbst erzählt, daß die von ihm verstümmelte Henne gewöhnlich geschlafen und hierbei den Kopf, nach Gewohnheit der Hühner, unter dem Flügel verborgen habe. Zuweilen aber sei sie erwacht, dann habe sie sich geschüttelt und mit dem Schnabel geputzt. Mir scheint es, daß die Spuren beginnenden Selbstgefühls und Willens hier unverkennbar sind. Uebrigens hat die Entfernung der Hemisphären nicht bei allen Thieren eine gleiche Beschränkung der Seelenthätigkeit zur Folge. Kaninchen und Meerschweinchen laufen nach der Operation frei umher, und die letzteren sollen sogar sich vertheidigen, wenn sie gereizt werden. Eine Ente, welcher Magendie das große Gehirn vollständig genommen hatte, fraß nicht nur selbstständig, sondern suchte und fand auch den Ort, wo ihr Futter und Wasser gewöhnlich vorgesetzt wurde; sie schien so viel zu sehen, daß sie einigermaßen im Stande war, sich zu finden [1]). Die unzweideutigsten Beweise von Empfindung und Willkür geben aber Reptilien, welche das große Gehirn verloren, in welchem Bezuge zahlreiche Beobachter übereinstimmen. 24 Stunden nachdem ich einem Frosche die großen Hemisphären genommen, hüpfte das Thier in der Stube umher und schien die Absicht zu haben, sich unter einem Schranke zu verbergen, dem es sich immer von neuem zuwendete, auch wenn es mit dem Fuße zurückgestoßen, oder mit der Hand umgewendet wurde. In einen großen Topf gesetzt, sprang das Thier nicht vorwärts, sondern aufwärts der Oeffnung zu, als ob es sehen könnte. Vielleicht waren es ähnliche Erscheinungen, welche Desmoulins zu der Angabe bestimmten, daß Frösche nach Entfernung der Hemisphären noch zu sehen vermögen. Hierüber könnte noch gestritten werden; dagegen scheint die Gegenwart eines empfindenden und vorstellenden Princips in dem von mir beobachteten Frosche unleugbar.

Die Wichtigkeit der großen Hemisphären wird auch durch die vergleichende Anatomie angedeutet, aber freilich nur in einer Weise, welche über die speciellen Functionen derselben keinen Aufschluß giebt. Unverkennbar ist, daß bei den Thieren, welche in psychischer Hinsicht minder begünstigt sind, auch das große Gehirn in seiner Entwicklung zurückbleibt, und den Formen, welche im Embryoleben des Menschen vorkommen, näher tritt. Diese Thatsache ist indeß darum nur von untergeordnetem Werthe, weil nicht nur das große Gehirn, sondern auch das kleine Gehirn und die Sehhügel bei den unvollkommenen Thieren sich wenig entwickeln, so daß zweifelhaft bleibt, in welchem jener Theile die Ursache der psychischen Unvollkommenheit zu suchen sei. Die pathologische Anatomie zeigt, daß Idiotismus gewöhnlich mit Verkümmerung der großen Hemisphären verbunden ist. Angeborner Mangel der Hirnschwiele war in einem Falle mit großer Verstandesschwäche verbunden [2]), in anderen Fällen mit Schwäche des Gedächtnisses [3]). Aus dem Vorstehenden scheint zu folgen, daß das große Gehirn für die Seelenthätigkeiten von besonderer Bedeutung, jedoch nicht ihr ausschließ-

---

[1]) Magendie, Leçons sur les fonctions du syst. nerveux. Vol. I. 254 u. 287. Eine ähnliche Beobachtung an einer Taube machte Louvain ibid. II. 352.

[2]) Reil's Archiv. B. XI. S. 341.

[3]) Treviranus, Biologie B. VI.

liches Organ ist. Auch ist die Wichtigkeit desselben nicht in allen Thieren gleich groß und bei den niederen Wirbelthieren offenbar geringer.

B. Kleines Gehirn. Das verhältnißmäßig noch sehr rege Seelenleben der Thiere, welchen das große Gehirn genommen ist, könnte zu der Vermuthung führen, daß das kleine Gehirn besonders wichtigen Functionen vorstehe; allein die Erfahrung bestätigt diese Voraussetzung nicht. Zwar glaubte man eine Zeit lang, das kleine Gehirn als Organ des Willens betrachten zu müssen, aber diese Ansicht stützte sich auf gewisse Störungen in den willkürlichen Bewegungen, welche verschiedenartig gedeutet werden können, und welche bisweilen sogar ausbleiben. Ein Thier, welchem das kleine Gehirn genommen worden ist, bleibt seiner Sinne mächtig; es verfällt nicht in Schlaffucht, frißt selbstständig, bemüht sich, einem drohenden Streiche auszuweichen, und verräth also einen gewissen Grad von Intelligenz und Willen. — Die vergleichende Anatomie gewährt keine Aufschlüsse. Denn obschon bei den stumpfsinnigeren Thieren das kleine Gehirn in seiner Entwicklung auffallend zurückbleibt, so sind doch Schlüsse hieraus nicht abzuleiten, da das große Gehirn bei denselben nicht minder zurücktritt. Unter den pathologischen Erfahrungen dürfte die von Combette die interessanteste sein, welcher einen vollständigen Mangel des kleinen Gehirns beobachtete[1]. Das eilfjährige Mädchen, bei welchem das kleine Gehirn fehlte, besaß Empfindung und Willen, aber seine intellectuellen Kräfte waren sehr schwach, ein Umstand, der um so wichtiger ist, da das große Gehirn gesund und kräftig entwickelt schien.

C. Verlängertes Mark. Selbst wenn das große und das kleine Gehirn gleichzeitig und vollständig entfernt werden, so daß das verlängerte Mark allein übrig bleibt, sind Zeichen von Empfindung und Willkür unverkennbar, und es muß also angenommen werden, daß dieser Hirntheil allein schon genügt, um richtige Seelenthätigkeiten im Gange zu erhalten.

Unter den Beobachtungen früherer Zeit sind sehr viele mit dieser Annahme vereinbar, nur fehlt ihnen vielleicht immer die feinere Ausführung, welche der Reflextheorie gegenüber allein Beweiskraft hat. Hall, Grainger und Kürschner betrachten die vom verlängerten Mark ausgehenden Bewegungen nur als reflectorische, doch möchten die nachstehenden Beobachtungen dieser Ansicht nicht günstig sein. Neugeborene Hunde und Kaninchen, welche aus dem Lager der Alten genommen werden, machen unaufhörlich Bewegungen unruhiger Art; sie scheinen sich übel zu befinden, besonders zu frieren, und Hunde namentlich winseln. Entfernt man nun das große und kleine Gehirn, so dauern diese Bewegungen eine Zeit lang fort, eben so das Knurren der jungen Hunde. Bei einem Kaninchen sah ich diese Bewegungen scheinbaren Unbehagens in Folge von Erwärmung durch Anhauchen schnell aufhören. Nach einiger Zeit tritt nun zwar Ruhe ein und das verstümmelte Thier scheint in tiefem Schlafe zu liegen; bisweilen bewegt es indeß ohne allen äußern Anlaß eine Extremität, nicht zuckend, sondern ganz so, wie schlafende Thiere sich auch bewegen, wahrscheinlich in Folge von traumartigen Empfindungen und Vorstellungen. Reizt man das Thierchen, so entstehen weiter verbreitete, bisweilen sehr lebhafte Bewegungen. Von großer Wichtigkeit scheint es, daß Reize, obschon von gleicher Stärke, doch nicht jedesmal Bewegung veranlassen, und daß die Reactionsbewegung bald in dem gereizten Theile selbst, bald in einem zweiten oder dritten Gliede,

[1]) Magendie, Journal de Physiol. XI. 27.

vielleicht auch in allen dreien zugleich eintritt. Derartige Bewegungen deuten auf mehr als einfachen Reflex hin. Kneipt man das Thier heftig, so schreit es, aber nicht immer stößt es einen einfachen Laut aus, sondern bisweilen schreit es anhaltender. Bei einem Frosche, dem ich 5 Tage früher die großen Hemisphären genommen hatte und welcher schon ziemlich matt war, entfernte ich auch das kleine Gehirn und die Sehhügel; das Thier lag nun auf einer Glasplatte regungslos und wie todt auf dem Bauche. Ich versenkte dann die Glasplatte in eine Wanne voll Wasser, so daß der Frosch ½ Zoll unter der Oberfläche desselben befindlich war. Hier lag er eine halbe Stunde unbeweglich, dann richtete er sich auf, scheinbar um zu athmen, denn die Nasenlöcher kamen an die Oberfläche. Wiederum nach einiger Zeit fing der Frosch von selbst an zu schwimmen, die Vorderfüße machten hierbei eine schreitende Bewegung, erst nach vorn und dann nach hinten, und mit der Bewegung eines Vorderfußes fiel die Bewegung des gegenüberstehenden Hinterfußes zusammen. Diese Schwimmbewegungen waren matt, aber ziemlich regelmäßig, nur hing das Thier beständig etwas nach einer Seite. Bei einer stärkern Bewegung, welche es ohne äußern Anlaß machte, schlug es um und kam auf den Rücken zu liegen, aber es brachte sich von selbst wieder in die rechte Lage. 24 Stunden später war das Schwimmen noch regelmäßiger, indem selbst die Seitenlage des Thiers nicht mehr bemerklich war; nur schien die Bewegung der einen Körperhälfte kräftiger und das Thier schwamm stets im Kreise nach links. Bewegungen der Art dürfen nicht reflectorische genannt werden, denn zum Begriff dieser gehört die Gegenwart eines Reizes, welcher primär von der Peripherie zum Centrum, und secundär vom Centrum zur Peripherie geleitet wird, ein Vorgang, der in den mitgetheilten Beobachtungen weder nachzuweisen, noch zu vermuthen ist. Vielmehr trägt das ganze Verhalten der verstümmelten Thiere so sehr den Charakter des Seelischen, daß wir keinen haltbaren Grund sehen, dessen Mitwirkung zu leugnen. Zweifelhaft scheint uns nur die Höhe der Entwicklungsstufe, welche bei so beschränkter Hirnmasse die Seele erreichen könne. Wir halten für wahrscheinlich, daß die Existenz der Seele in solchen Fällen eine traumartige sei. Die Empfindungen fehlen gewiß nicht, nur mögen sie stumpfer sein und sehr beschränkt durch den Wegfall der specifischen Sinnesorgane. Auch dunkle Vorstellungen scheinen vorhanden zu sein, an welche sich die ersten thierischen Strebungen knüpfen, von denen dann wieder Bewegungen ausgehen. Derartige Bewegungen erheben sich zwar wohl noch nicht zu der vollen Freiheit der willkürlichen, aber eben so wenig verfallen sie dem Mechanismus der reflectorischen; sie stehen zwischen beiden, was um so weniger befremden kann, da selbst im normalen Leben des Menschen Bewegungen vorkommen, welche von den dunkelsten, für das Bewußtsein fast nicht gegenwärtigen Vorstellungen ausgehen.

Es würde sehr voreilig sein, das Benehmen der Thiere, welchen man das große und kleine Gehirn ausgeschnitten hat, für den Maßstab der psychischen Vermögen zu halten, welche von dem verlängerten Marke ausgehen. Es versteht sich von selbst, daß bei dergleichen Operationen das seelische Princip nicht bloß durch die Verminderung der Hirnmasse, sondern durch die Blutung, den Schmerz und andere Umstände beeinträchtigt wird, daher die Medulla oblongata bei den Seelenthätigkeiten unfehlbar mehr noch leistet, als die Resultate der Vivisectionen ohnehin beweisen. Nimmt man hierauf Rücksicht, so kann die von Joh. Müller ausgesprochene Behauptung, daß das verlängerte Mark Empfindung und Willen vermittle, keinen Anstoß geben.

D. Phrenologie. Wenn unsere Kenntniß von den Verrichtungen einzelner Hirntheile noch heut zu Tage höchst schwankend und dürftig scheint, so muß man sich wundern, daß Gall schon vor Jahren mit einer Lehre hervorzutreten wagte, welche das Verhältniß des Gehirns zu den psychischen Functionen bis ins Feinste ausführte, und die Nachweisbarkeit von 27 einzelnen Organen, als materieller Grundlagen eben so vieler psychischer Elementarkräfte, behauptete. Seine Lehre stützt sich auf die vorgebliche Erfahrung, daß hervorspringenden Geisteskräften vorspringende Theile am Schädel entsprächen, deren Größe von der Entwicklungsstufe tiefer liegender Hirntheile abhänge. Er behauptete, die Seelenkräfte entwickelten sich ungleichmäßig und einzeln, müßten also auch an einzelne Organe gebunden sein. Da das Causalverhältniß zwischen Hirn und Seelenleben keinem Zweifel unterliegt, so müßten diese Organe im Gehirn gesucht werden. Entwickle sich das Organ der Masse nach kräftiger, so müsse es wenigstens der Anlage nach mehr leisten. Da nun, bei dem Parallelismus der äußeren und inneren Schädelwandungen, die Größenentwicklung einzelner Hirntheile sich am Schädel äußerlich abspiegele, so seien die Vorsprünge und Vertiefungen am Schädel die Kennzeichen für das Mehr oder Weniger der Talente und Neigungen. Entspreche die Erfahrung in manchen Fällen diesem nicht, so sei zu bedenken, daß Anlagen vorhanden sein könnten, ohne zur Entwicklung zu kommen, so wie anderseits eine geeignete Erziehung den Mangel der Anlage, wo nicht ersetzen, doch verhehlen könne. — Diese Hinterthür im Gall'schen Lehrgebäude muß wohl beachtet werden, denn sie ist es, durch welche die Phrenologen jedem ernsthaften Angriff ihrer Gegner zu entschlüpfen wußten.

Gall wollte Organe für psychische Elementarkräfte aufstellen; aber eine Aufstellung der Art ist erst dann möglich, wenn nicht nur über das, was einfache oder zusammengesetzte Kräfte sind, schon entschieden, sondern auch das wesentlich Zusammengehörige und wesentlich Verschiedene a priori schon erkannt ist.

Der Philosoph mußte erweisen können, daß Geschlechtsliebe etwas wesentlich Verschiedenes von Kinderliebe sei, wenn dem Physiologen geglaubt werden sollte, daß er für jede derselben ein besonderes Organ gefunden. Der flüchtigste Blick auf das Gall'sche System reicht aber aus, anzuzeigen, daß sein Verfasser darüber ganz im Unklaren blieb, was in den seelischen Thätigkeiten als wesentlich zusammengehörig, oder als wesentlich getrennt betrachtet werden müsse. In der That erscheint seine Eintheilung der Seelenkräfte durchaus willkürlich. Dies muß nun mit rückwirkender Kraft die Beobachtung verdächtigen. Denn wenn Gall z. B. Hochmuth und Höhensinn, d. h. Neigung auf Bergen zu leben, an Ein Organ gebunden fand, so entsteht nothwendig ein Mißtrauen gegen die Beobachtung, oder, ist diese in Richtigkeit, der Zweifel, ob auf solche Ergebnisse eine Theorie sich gründen lasse. Wie wenig Gall wußte, wie es um jene Elementarkräfte stehe, für welche er Organe aufsuchte, zeigt die Aufstellung eines Diebssinnes. Schon Napoleon machte die richtige Bemerkung, daß der Diebssinn ein Auswuchs der Gesellschaft, nicht ein Naturproduct sei, also auch kein Organ haben könne. Gall hat diesen Einwurf vergeblich zu beseitigen gesucht. Das Thier soll angeborener Weise Eigenthumssinn haben, und der Beweis soll darin liegen, daß der Hamster Vorräthe sammelt, und der Hund einen geraubten Knochen vertheidigt. Wenig schlechter wäre die Beweisführung, wenn Gall behauptete, der Hund, dem man auf den Schwanz tritt, beiße

um sein Eigenthum zu vertheidigen. Zudem bliebe die Frage übrig, mit welchem Rechte Gall Eigenthumssinn, Sammelsinn und Diebssinn an ein und dasselbe Organ band. Der Geizhals kann zusammenscharren ohne Neigung zu stehlen, der Dieb kann stehlen, ohne mit dem Gewonnenen zu kargen, und der Hamster sammelt ohne Geiz und ohne Diebssinn, er sammelt, wie der Vogel Moos, Federn und Halme sammelt zum Nestbau. Mit welchem Rechte hat nun Gall diese grundverschiedenen Neigungen an ein Organ gebunden? vielleicht weil die Erfahrung die Einheit des Organs für jene Neigungen ausweis't. Gesetzt dies wäre der Fall, so widerlegte die Erfahrung den Fundamentalsatz der Gall'schen Theorie, den Satz nämlich, daß wesentlich verschiedene Thätigkeiten nothwendig verschiedener Organe bedürfen[1]).

In dem Werke Gall's lassen sich nicht nur einzelne sehr oberflächliche Beobachtungen nachweisen, sondern die ganze Methode der Untersuchung ist so fehlerhaft, daß sie ein sicheres Resultat gar nicht geben kann. Einzelheiten anlangend, so vergleiche man, wie das Organ des Stolzes entdeckt und nachgewiesen worden. Der Sohn eines reichen Mannes, welcher durch Faulheit und Liederlichkeit verarmt, klagt seine Noth und bemerkt, daß er sich stets für viel zu gut gehalten, um arbeiten zu mögen, und daß dies die Quelle seines Unglücks sei. Hierin sieht Gall ein Extrem des Stolzes, und ein Vorsprung am Schädel des Erzählers muß nun zum Organ des erwähnten Affects werden. Aber der Stolze hält sich nicht für zu gut, um zu arbeiten, sondern strengt sich an, um sich Geltung zu verschaffen! Paart sich jedoch Stolz zufällig mit Faulheit, so spricht wenigstens der Stolze nicht hierüber, er erniedrigt sich nicht durch Klagen über die Armseligkeit seiner Lage, und am allerwenigsten findet er die Ursache seines Elends in seiner eignen Thorheit. Gall hat die Sprache des Stolzes gänzlich verkannt, und muß sich gefallen lassen, wenn wir zweifeln, daß er Untersuchungen gewachsen war, bei welchen sich der feine Beobachtungsgeist des Psychologen mit dem des Physiologen hätte vereinigen müssen. —

Wir bemerken aber ferner, daß wir die Methode der Untersuchung überhaupt mit Argwohn betrachten. Gall behauptet, daß die Größe der psychischen Anlagen durch die meßbare Größe der Hirnorgane angedeutet werde, er müßte also einen Maßstab nachweisen, mit welchem die Größe psychischer Anlagen und Neigungen mit Sicherheit gemessen werden könnte. Wir zweifeln, daß ein solcher Maßstab existire. Dieselben geistigen Thätigkeiten haben nicht nur ihre quantitativen Steigerungen, sondern auch, in Bezug auf die Richtung, ihre qualitative Differenz. Hiermit ist die Möglichkeit quantitativer Vergleichung so gut wie vernichtet. So kann ein Affect wie die Liebe, eine sinnliche, eine verständige und eine vernünftige Richtung haben, und es scheint dann unmöglich, zu sagen, ob die eine die größere sei, oder die andere. Diese verschiedenen Richtungen hat Gall sehr gut gekannt, und ist deßhalb genöthigt gewesen, Ein Hirnorgan als materielle Basis verschiedener Verzweigungen ein und derselben Fundamentalkraft zu betrachten. So ist sein Organ des Eigenthumssinnes zugleich das des instinktmäßigen Sammelns, des Geizes, der Habsucht und der Dieberei. Ganz abgesehen von dem Ungehörigen dieser Zusammenstellung muß man fragen, wie Gall in

---

[1]) Freilich betrachtet Gall diese Neigungen als wesentlich gleich und setzt die Analogie in die Richtung der Seele auf das Eigenthum. Der psychologische Mißgriff in dieser Ansicht bedarf keines Beweises.

vorkommenden Fällen die Größen jener psychischen Anlagen gemessen, was unerläßlich nöthig war, um die Einsicht zu gewinnen, daß diese Größen und die Größe des materiellen Hirnorgans in entsprechendem Verhältniß standen. Es versteckt sich nämlich in solchen Fällen die Differenz des quantum hinter der Differenz des quale, und wie der Grad der Süßigkeit verschiedener Substanzen sich kaum vergleichen läßt, wenn man mit einem Bittersüßen, einem Sauersüßen und einem Ekelsüßen zu thun hat, so läßt sich das quantitative Element der geistigen Anlagen aus dem Zusatze der Richtungsverschiedenheiten noch viel weniger herausfinden! Gründlicher noch ließe sich mit den Waffen der Hegel'schen Logik die Lehre Gall's angreifen. Vortrefflich hat Hegel nachgewiesen, daß die Kategorie der Quantität in die der Qualität überschlägt, z. B. daß tropfbare Flüssigkeiten bei einem gewissen Grade der Hitze die Qualität der Tropfbarkeit verlieren und sich in Dämpfe verwandeln. Eben so verwandeln die seelischen Anlagen und Neigungen mit dem Grade ihre qualitative Natur. Man steigere die Gabe zu abstrahiren, welche in einem gewissen Grade das philosophische Talent begründet, bis zu einem gewissen Punkte, und man gewinnt statt eines philosophischen Kopfes, einen Kopf voll leerer Abstraktionen.

Aber nicht bloß die Gall'sche, sondern jede Kranioskopie ist unhaltbar, wenn sie von dem Grundsatze ausgeht, daß die meßbare Größe eines Hirnorgans die dynamische Größe einer seelischen Thätigkeit bedinge, und daß zwischen beiden Größen ein Parallelismus stattfinde, welcher Folgerungen von der einen, uns bekannten, auf die andere, uns zunächst unbekannte, zulasse. Wir haben oben bereits nachgewiesen, wie die Resultate der vergleichenden Anatomie einem derartigen Lehrsatze durchaus entgegen sind. Auch unter den Menschen sind gute Köpfe mit kleinen Schädeln und arge Dummköpfe mit großen, nichts Unerhörtes. Wir haben so wenig Anlaß, zu glauben, daß die Größe des Hirns einen großen Geist bedinge, daß wir im Gegentheil zu der Annahme berechtigt sind, es gebe eine Größe, welche durch ihr Zuviel schade. Denn nach der Angabe der ausgezeichnetsten Pathologen giebt es auch im Gehirn hypertrophische Zustände, welche hier, wie überall im Körper, durch zu viele Massenablagerung die normalen Functionen beeinträchtigen. Aber gesetzt auch, was entschieden nicht der Fall ist, die Massenvermehrung des Gehirns wäre der Entwicklung geistiger Kräfte unbedingt förderlich, so muß jedenfalls eingeräumt werden, daß diese Entwicklung auch noch durch andere somatische Verhältnisse sowohl begünstigt, als gehemmt werden könne. Daß das Seelenleben von der Structur des Hirns, z. B. von dem Laufe und der Complication der Fasern, von der Wechselwirkung der grauen und weißen Substanz u. s. w. abhänge, wird kein Physiolog leugnen. Daß ferner die Mischung der Hirnsubstanz von Einfluß sei, beweisen, außer vielen anderen Umständen, die Erscheinungen der Trunkenheit und des Narkotismus. In so weit es also überhaupt zulässig ist, die psychischen Energien von physischen Verhältnissen abzuleiten, in so weit ist nothwendig, nicht auf ein vereinzeltes derselben, sondern auf alle Rücksicht zu nehmen. Der Physiolog, welcher die Größe der psychischen Kräfte nach der Größe der Hirnorgane schätzen wollte, könnte nicht einmal auf annäherungsweise richtige Resultate rechnen, und würde in den Fehler des Physikers verfallen, welcher sich anmaßte, die Diagonale im Parallelogram der Kräfte nach dem Maßstabe einer vereinzelten Seitenkraft zu berechnen [1]).

[1]) In diesen Fehler verfällt unvermerkt auch Carus (Grundzüge einer neuen und

Auch Carus[1]) hat mit bestimmten Theilen des Gehirns bestimmte Seelenthätigkeiten in Verbindung gebracht. Nach ihm ist das Vorderhirn (große Hemisphären) der Sitz der Intelligenz, das Mittelhirn (Vierhügelpartie) das Centrum des Gefühls und Gemüths, das Hinterhirn (cerebellum) aber, der Repräsentant des Triebes und Willens.

Wir finden diese Ausdrücke nicht bezeichnend und glauben, daß dieselben weniger auf Beobachtung, als auf dem theoretischen Bedürfniß begründet sind, 3 prätendirte Urvermögen der Seele mit 3 Urtheilen des Gehirns in Verbindung zu bringen[2]). Wir haben, wie oben gezeigt wurde, sehr wenig Andeutungen, daß das kleine Gehirn die Triebe und den Willen vermittle, und die Versuche von Flourens zeigen deutlich, daß die Hemisphären des großen Gehirns beim Begehren und Wollen ebenfalls betheiligt sind. Wenn Flourens das große Gehirn ausschließlich als Centrum des Willens betrachtete, so hatte er zwar Unrecht, aber immer mehr Recht als Carus. Es scheint uns überhaupt sehr mißlich, Seelenthätigkeiten allgemeiner Art an bestimmte Regionen des Gehirns, oder gar an einzelne Organe zu binden, am wenigsten ist das materiell und virtuell Zusammengehörige für jetzt schon nachweisbar. Hätte Carus Recht, so müßte nach Ausschneidung des kleinen Gehirns bei Fröschen, die Willkür der Bewegung ebensowohl als der Trieb zur Begattung verloren gehen, was beides der Erfahrung entgegen ist; es müßte ferner mit Ausschneidung des Vorderhirns jede Offenbarung der Intelligenz unmöglich sein, was ebenfalls nicht der Fall ist. Denn die Intelligenz, von der hier allein die Rede sein kann, nämlich die allgemeine thierische, bleibt nach Entfernung der Hemisphären, d. h. es bleibt, wie die früher mitgetheilten Beobachtungen beweisen, das Vermögen, gewisse objective Verhältnisse aufzunehmen, zu Vorstellungen zu verarbeiten, und sogar zu gewissen Zwecken selbstständig und willkürlich zu benutzen. Die Wegnahme der Hemisphären beschränkt nur die Intelligenz auf eine kleinere Sphäre und schwächt ihre Energie. Wiederum zeigen pathologische Erfahrungen, daß dergleichen Beschränkung und Schwächung nicht bloß von Beeinträchtigung des großen, sondern auch von einem Erkranken des kleinen Gehirns ausgehen können. Man scheint daher annehmen zu müssen, daß nicht nur die Fundamentalvermögen der Seele, sondern auch die von ihnen zunächst abzuleitenden Thätigkeiten allgemeiner Art an die Totalität der Hirnmasse, nicht aber an einzelne Theile derselben gebunden sind. Ist dies in Richtigkeit, so wird eine höhere Entwicklung irgend eines Hirntheils mit einer Potenzirung aller Urphänomene des Seelenlebens zusammenfallen; es wird z. B. eine feinere Ausbildung des kleinen Gehirns nicht nur dem Willen und Triebe, sondern auch der Intelligenz zu Gute kommen, wohin vielleicht die Beobachtung von Malacarne bezogen werden kann, daß die Zahl der Blätter des kleinen Gehirns mit den intellectuellen Kräften in einem gewissen Verhältniß steht. Mit dieser Ansicht ist die zweite vereinbar, daß die specielleren Seelenphänomene mit

---

wissenschaftlichen Kranioskopie); desgleichen der englische Phrenolog Noël, welcher, um recht sicher zu gehen, sagt: die Größe der Hirntheile sei caeteris paribus der Maßstab für die Energie der Seelenthätigkeiten. Mit gleichem Rechte könnte man sagen, die Dickleibigkeit eines Buches sei caeteris paribus der Maßstab für dessen Werth.

[1]) A. a. O.

[2]) Nimmt man an, daß es nur zwei psychische Grundvermögen giebt, das des Erkennens und Begehrens, so fällt dieses Bedürfniß weg.

speciellen Organen in Beziehung stehen; doch muß ich bekennen, daß ein derartiger Separatismus in den Seelenorganen mir höchst unwahrscheinlich vorkommt. Denn die Talente und Neigungen, denen sie dienen sollen, sind nichts so Einfaches, wie die Phrenologen voraussetzen, sie entstehen vielmehr aus dem Zusammenwirken verschiedener Thätigkeiten, und beruhen demnach auf der Concurrenz verschiedener Organe. Man nehme ein Talent welches man wolle, so wird es eine weitere Analyse zulassen, wie z. B. das Talent der Malerei nicht nur den Sinn für Farben und Formen, sondern eine Menge anderer Gaben in Anspruch nimmt, ohne welche das Schöne und Erhabene sich nicht einmal begreifen, vielweniger bilden und darstellen lassen. Das Wort Talent ist also ein Collectivname für zahlreiche Gaben, welche günstig zusammenwirken. Für alle diese Thätigkeiten zusammengenommen existirt gewiß eben so wenig ein einfaches Organ, als für die Summe von Thätigkeiten, welche wir unter dem Namen Verdauung zusammenfassen.

IV. Das Gehirn als Organ der Empfindung.

A. Von der Sensibilität des Gehirns. — Der größte Theil des Gehirns ist für mechanische Reize unempfindlich, wie zahlreiche Versuche an den verschiedensten Thieren und gelegentliche Beobachtungen an Menschen erwiesen haben. Vollkommen unempfindlich sind die Hemisphären des großen und kleinen Gehirns, die Hirnschwiele, das Gewölbe, die Sehhügel und die gestreiften Körper in ihren höher liegenden Theilen. Eine geringe Empfindlichkeit besitzen die Schenkel des kleinen Gehirns, die Vierhügel und die gestreiften Körper an ihrer Basis; eine sehr beträchtliche dagegen das verlängerte Mark und die Brücke. Hiernach scheint es, daß die empfindenden Fasern vom Rückenmark durch die ganze Dicke der Medulla oblongata nach oben steigen und in den Schenkeln des kleinen Gehirns, in den Vierhügeln und an der Basis der gestreiften Körper ihr Ende erreichen. Mit dieser Annahme stehen die schmerzhaften Apoplexien des großen Gehirns nicht in Widerspruch, denn der Druck des ergossenen Bluts muß bei der halbflüssigen Consistenz der Hirnmasse auf alle Theile der Schädelhöhle gleichzeitig wirken, also auch auf die empfindlichen. Mehr Schwierigkeiten macht die Erklärung der Kopfschmerzen, welche, wie die nervösen, sich von einem Drucke nicht ableiten lassen. Indeß wissen wir, daß auch andere unempfindliche Theile, wenn sie erkranken, Schmerzen erregen, eine Erscheinung, welche man durch specifische Reizbarkeit zu erklären pflegt. Bemerkenswerth ist, daß die Kopfschmerzen nicht immer an der Stelle des organischen Leidens selbst auftreten.

Wie das Gehirn die Empfindung überhaupt vermittelt, so vermitteln bestimmte Partien desselben die Empfindung an bestimmten Körpertheilen. Wir haben schon erwähnt, daß nicht nur bei Amphibien und Vögeln, sondern auch bei manchen Säugethieren die Hemisphären ohne Vernichtung der Sensibilität vollkommen entfernt werden können. Nach manchen Erfahrungen zu schließen, hat auch im menschlichen Organismus das große Gehirn auf die Empfindung nur geringen Einfluß. Wenigstens sind Fälle bekannt, wo enorme Zerstörungen in einer Hemisphäre weder auf der entsprechenden Körperseite noch auf der entgegengesetzten Aufhebung des Gefühls zur Folge hatten, und das Schreien der Acephalen möchte wohl ebenfalls auf vorhandene Empfindung zu beziehen sein. Unter diesen Umständen ist es auffallend, daß apoplektische Ergüsse im großen Gehirn sehr häufig das Empfindungsvermögen betheiligen. Litte dieses Vermögen im Allgemeinen, so wäre durch

den Druck des Bluts auf die Totalität des Gehirns eine Erklärung gegeben; allein die Sensibilität schwindet mit äußerst seltenen Ausnahmen nur auf der dem Krankheitssitze entgegengesetzten Seite. Dies könnte andeuten, daß bei den Apoplexien sensible Fasern außer Thätigkeit gesetzt würden, welche von den Hemisphären in kreuzweiser Richtung zum Rückenmarke verliefen; nur ist diese Annahme mit allen den Beobachtungen in Widerspruch, aus welchen oben gefolgert wurde, daß, vom Rückenmarke aus gerechnet, die empfindenden Fasern in den Vierhügeln und an der Basis der gestreiften Körper ihr Ende erreichen. So schwierig es sein dürfte, diese Widersprüche aufzulösen, so verdient doch die Thatsache Anerkennung, daß von den Hemisphären aus die Sensibilität der gegenüber liegenden Körperhälfte zerstört werden kann. Der Einfluß der Hemisphären auf die Empfindung ist, wie schon bemerkt wurde, ein gekreuzter; doch gilt dieses Gesetz weniger für die Gefühlsnerven des Gesichts, deren Paralysen häufig auf der Seite des Krankheitssitzes bemerklich werden.

Geruch, Gesicht und Gehör schwinden bei Verletzung der Hemisphären noch leichter als das Tastgefühl, und kehren nicht so leicht als dieses wieder, wenn das Thier am Leben bleibt. Die Wirkung der Hemisphären auf das Auge ist eine gekreuzte, ob auf die übrigen Sinne ebenfalls, ist unbekannt. Die Sensibilität des Gesichtsnerven ist besonders abhängig von den Sehhügeln und Vierhügeln, und auch hier ist die Wirkung eine kreuzweise. Oberflächliche Verletzung der Vierhügel erzeugt nur vorübergehende Blindheit, völlige Zerstörung dagegen bleibende. Ist nach einer solchen Operation Blindheit eingetreten, so ist das Auge in manchen Fällen dennoch sensibel, wie die Bewegungen der Pupille bei Lichtreiz ausweisen. In der Pathologie fehlt es nicht an Beispielen, daß auch Störungen des kleinen Gehirns und der Brücke mit Lähmungen verschiedener Sinnesorgane verbunden waren; aber Fälle der Art erlauben keine Folgerungen, da die Grenzen des Krankheitsheerdes zu unbestimmt sind; auch sind sie verdächtig, da sie mit dem Resultate der Vivisectionen in Widerspruch stehen.

V. Das Gehirn als Organ willkürlicher Bewegungen.

A **Gesetzliches Verhältniß zwischen den Hirntheilen und den von ihnen abhängigen Muskeln.** — Dieselben Hirntheile, welche bei mechanischer Reizung sich unempfindlich zeigen, erregen in gleichem Falle keine Convulsionen. Solche Theile sind die Hemisphären des großen und kleinen Gehirns, Hirnschwiele, Gewölbe, Sehhügel und die oberen Partien der gestreiften Körper. Nur die untersten Schichten der letzteren, die Vierhügel, die Brücke und die Schenkel des kleinen Gehirns erzeugen, wenn sie gereizt werden, mäßige Convulsionen; das verlängerte Mark aber erzeugt heftige. Demnach scheinen auch die motorischen Fasern nicht tiefer in das Gehirn einzudringen, und wenn die Apoplexien sich bisweilen mit Convulsionen verbinden, so ist auch hier der Druck des ergossenen Bluts in Rechnung zu ziehen. Die Zuckungen erfolgen, ausgenommen bei Reizung des verlängerten Markes, immer auf der entgegengesetzten Körperseite. Dies bestätigen für die Vierhügel Flourens und Magendie, für die Brücke Serres und Budge, für die Pyramiden, oberhalb der Kreuzungsstelle, Magendie. Da die motorischen Fasern an der Basis der gestreiften Körper Fortsetzungen der Pyramiden sind, so darf auch bei ihnen eine kreuzweise Wirkung angenommen werden, obschon specielle Versuche über diesen Punkt zu fehlen scheinen, und mir nicht gelingen wollten. In Bezug auf

das verlängerte Mark haben mehre Beobachter und namentlich Flourens behauptet, daß die Convulsionen nur auf der mit der Verletzung gleichnamigen Seite auftreten. Dies ist nicht richtig. Durch einseitige Reizung des verlängerten Markes erregte ich wenigstens bei Fröschen, nicht selten allgemeine Convulsionen, und in einigen Fällen sah ich Zuckungen der Augenmuskeln auf der gleichen und Convulsionen des Hinterbeins auf der gegenüberliegenden Seite. Die letztere Beobachtung ist übereinstimmend mit den schätzbaren Experimenten Budge's, welcher bei verschiedenen Thieren und zwar bei Katzen constant bemerkte, daß Reizung der einen Seite des verlängerten Markes Convulsionen erregte, welche in den vorderen Extremitäten auf der entsprechenden Körperseite, in den hinteren dagegen auf den gegenüberliegenden zu Stande kamen[1]). Auffallend ist, daß die Convulsionen, welche bisweilen die Apoplexien begleiten, fast ohne Ausnahme auf der Seite der Verletzung auftreten, da nach den Erfolgen der Vivisectionen das Gegentheil zu erwarten stände.

B. Von den Lähmungen nach Zerstörung gewisser Hirntheile. Es kann nicht leicht irgend ein Hirntheil verletzt werden, ohne daß Muskelschwäche entstünde. Entfernt man größere Massen von Hirnsubstanz, so ist die Schwäche beträchtlich, ja es erfolgt nicht selten eine wenn auch nur vorübergehende Paralyse. Diese Herabstimmung der Muskelkraft soll nach den Beobachtungen von Serres und Abercrombie bei Verletzungen des kleinen Gehirns besonders die unteren Extremitäten treffen, womit indessen die Beobachtungen von Hertwig[2]) nicht übereinstimmen. Mit sehr seltenen Ausnahmen treten Schwäche und Paralyse auf der Seite des Körpers auf, welche der Verletzung gegenüber liegen. Diese gekreuzten Wirkungen zeigen sich auch in pathologischen Fällen. Unter 268 einseitigen Abnormitäten des Gehirns, welche Burdach zusammenstellte, kommen 243 Fälle von einseitiger Lähmung in gekreuzter Richtung, 10 Fälle mit Lähmung beider Seiten, und nur 15 Fälle von Lähmungen vor, welche auf der Seite der Degeneration auftreten[3]). Ungleich weniger regelmäßig zeigt sich kreuzweise Wirkung in den Muskeln des Gesichts, und die Lähmung der Augenmuskeln entsteht vielleicht noch häufiger auf der kranken als auf der gesunden Hirnseite.

Diese Erfahrungen sind in vieler Hinsicht befremdlich. Wie ist es möglich, daß die Hemisphären des großen und kleinen Gehirns, welche nach Obigem der motorischen Fasern zu entbehren scheinen, in apoplektischen Fällen die Ursachen zu Paralysen abgeben? Bei dem allgemeinen Zusammenhang aller Theile eines Organismus untereinander würde eine Hemmung der Muskelbewegung bei Zerstörung nervöser Centraltheile nichts Auffallendes haben, wenn die Paralyse eine allgemeine wäre. Statt dessen ist sie nur einseitig, erfolgt in kreuzweiser Richtung und nöthigt, einigermaßen eine Continuität der Faserung anzunehmen, welche sich gleichwohl in den Reizversuchen nicht durch Zuckungen zu erkennen giebt. Noch sonderbarer ist, daß in denselben Apoplexien, wo die Lähmung auf der entgegengesetzten Seite des Hirnleidens zum Vorschein kommt, die Convulsionen in der Regel auf der gleichnamigen Seite auftreten, eine Erfahrung, welche schon Hippokrates machte, und welche nicht nur durch ärztliche Praxis bestätigt wird,

[1]) Budge, Untersuchungen über das Nervensystem, S. 21 u. 43.
[2]) A. a. O. Ep. 1.
[3]) Burdach, vom Bau und Leben des Gehirns. III. 368.

sondern auch in den Resultaten der Vivisectionen bisweilen ihr Analogon findet. Magendie[1]) machte zuerst die interessante Bemerkung, daß Verletzungen der Pyramiden oberhalb der Kreuzungsstelle Convulsionen auf der gegenüberliegenden und Lähmung auf der gleichnamigen Seite veranlassen, welcher Fall den Apoplexien in so fern gleicht, als eine einseitige Hirnverletzung differente Leiden in der einen und der andern Seite des Körpers zu Stande bringt. Freilich entsteht hiermit eine neue Schwierigkeit, in so fern die Vertheilung der Convulsionen und der Paralyse in beiden Fällen die entgegengesetzte ist.

C. Abhängigkeit der Coordination der Bewegung von bestimmten Hirntheilen. Flourens kam durch seine Vivisectionen zu dem Resultate, daß das kleine Gehirn das Organ sei, durch welches die bewegenden Kräfte geregelt und zur Ausführung geordneter Ortsbewegungen fähig gemacht würden. Wenn er bei Vögeln das kleine Gehirn scheibenweise abtrug, so wurden die Bewegungen immer schwankender und unsicherer. Das Thier fiel von einer Seite auf die andere, es stützte sich beim Gehen bald auf die Flügel, bald auf den Schwanz, es wollte fliegen ohne zu können, es wollte einem drohenden Streiche ausweichen, aber die Bewegungen, welche es machte, waren verkehrt. Nicht nur wurden diese Angaben von Hertwig, Fodéra und Anderen bestätigt, sondern Flourens glaubte auch gefunden zu haben, daß in der Trunkenheit, wo der Gang taumelnd ist, die Ursache der gestörten Bewegung in Blutüberfüllung des kleinen Gehirns liege. Nach den mitgetheilten Erfahrungen scheint unzweifelhaft, daß das kleine Gehirn auf die zweckmäßige Verbindung der Bewegungen unter einander einen Einfluß habe; die Behauptung aber, daß es das ausschließliche Organ der Coordination aller Bewegungen sei, würde aus verschiedenen Gründen übertrieben erscheinen. Erstens haben auch andere Theile des Gehirns auf die Anordnung der Bewegungen Einfluß. Abtragung einer Hemisphäre hat sehr häufig die Folge, daß das Thier, statt gerade aus, in Kreisbogen nach der verwundeten Seite hinwärts läuft, fliegt oder schwimmt. Dasselbe bemerkten verschiedene Beobachter bei Verletzung der Vierhügel, nur daß nach Magendie und Desmoulins die Amphibien den Kreisbogen nach der gesunden Seite hinwärts beschreiben sollen[2]). Serres sah bei Zerstörung der Vierhügel einen taumelnden Gang eintreten, auch beobachtete er einen solchen Gang und sogar Veitstanz wiederholt bei pathologischen Veränderungen der Vierhügel. Zweitens beweisen die Reflexbewegungen geköpfter Thiere, daß ohne irgend eine Mitwirkung des Gehirns ziemlich zusammengesetzte und zweckmäßige Bewegungen ausführbar sind. Freilich sind diese Bewegungen noch keine Ortsbewegungen. Kürschner hat in diesem Bezuge die Bemerkung gemacht, daß die Sprünge enthaupteter Frösche sich dadurch auszeichnen, daß die vorderen Extremitäten an der Bewegung keinen Antheil nehmen, daher das Thier nach dem Sprunge platt auf den Bauch fällt. Drittens sind sogar regelmäßige Ortsbewegungen bei beträchtlichen Zerstörungen und sogar bei Mangel des kleinen Gehirns beobachtet worden. Nach Magendie und Desmoulins wird bei den Batrachiern und Fischen durch Wegnahme des kleinen Gehirns die Bewegung gar nicht gestört und ich sah bei Fröschen wenigstens ein regelmäßiges Schwimmen. In Uebereinstimmung hiermit sind die Beobachtungen

---

[1]) Magendie, sur les fonctions du syst. nerveux. I. 301.
[2]) Sur les systèmes nerveux. II. 590.

von Serres, welcher sogar von Vögeln erzählt, welche nach der Operation noch flogen[1]). Verschiedene von Abercrombie mitgetheilte pathologische Fälle zeigen, daß bei den größten Zerstörungen des kleinen Gehirns die Coordination der Ortsbewegungen fortbestehen könne[2]), ja dasselbe zeigt sich in dem von Combette mitgetheilten Falle[3]), wo das kleine Gehirn bei einem Mädchen gänzlich fehlte. Nach Allem scheint sich mehr nicht behaupten zu lassen, als daß das kleine Gehirn auf die Coordination der Ortsbewegungen einen vorzugsweisen Einfluß ausübt.

D. Einfluß des Gehirns auf die unwillkürlichen Bewegungen. Die unwillkürlichen Bewegungen des Athmens gehen vom verlängerten Mark aus. Bei Schonung desselben kann man alle übrigen Theile des Gehirns entfernen, ohne die Athembewegungen zu unterbrechen, dagegen paralysirt eine Zerstörung der Medulla oblongata sie plötzlich. In Uebereinstimmung hiermit hören die Athembewegungen in jedem Körpertheile augenblicklich auf, wenn dessen Verbindung mit dem erwähnten Organe unterbrochen wird, während an geköpften Kaninchen, besonders an jungen, die Athembewegungen des Maules und der Nase noch geraume Zeit fortbestehen. Das verlängerte Mark bewirkt die Coordination in den rhythmischen Athembewegungen, welche an geköpften Thieren weder durch Einblasen von Luft in die Lungen noch durch galvanische Reizung des Rückenmarkes wieder hergestellt werden können. Es ist mir nach mehren vergeblichen Versuchen wiederholt gelungen, das verlängerte Mark in der Mittellinie der Länge nach zu theilen, ohne die Athembewegungen zu vernichten oder auch nur in ihrem Rhythmus zu stören. Hieraus ergiebt sich, daß die motorische Wirkung der Medulla oblongata beim Athmen keine gekreuzte ist, und daß die synchronischen Athembewegungen beider Körperhälften ohne ein Organ zu Stande kommen, welches die Seitentheile des Rückenmarkes verbinde[4]).

Der Einfluß des Gehirns auf die Bewegungen des Herzens wird durch die Veränderungen des Pulses bei Gemüthsbewegungen am sichersten bewiesen. Auch die pathologischen Erfahrungen beweisen diesen Einfluß. So zeigt Abercrombie, daß ein überaus schwankender Puls fast beständiger Begleiter der Hirnentzündungen ist[5]). Für minder wichtig halte ich die Beweise der Experimentalphysiologie. Schon Wilson Philip suchte zu zeigen, daß man durch mechanische Reizung jedes beliebigen Hirntheils die Herzbewegung beschleunigen könne, daß Alkohol, auf das Gehirn gebracht, denselben Erfolg habe, Tabaksaufguß dagegen den Puls verlangsame[6]). Budge[7]) versichert durch Reizung der Pyramiden, und Valentin durch Erregung der Hirnschwiele und des Beinerven das bereits ruhende Herz getödteter Thiere in Bewegung gesetzt zu haben[8]). Nach den Versuchen, welche ich selbst über diesen Gegenstand angestellt habe, halte ich die Veränderungen des Pulses, welche nach Reizung des Gehirns eintreten, für

---

1) A. a. O. II. 629.
2) Diseases of the brain. 3. edition, case 83.
3) A. a. O.
4) Diese Beobachtung dürfte für die Würdigung der Commissuren nicht ohne Interesse sein. Man hat diesen die Bestimmung zugeschrieben, die Einheit in den doppelt vorhandenen Organen herzustellen, eine Hypothese, welche nach dem Mitgetheilten überflüssig scheint.
5) A. a. O. Man vergl. die Krankheitsgeschichten Nr. 2, 5, 8, 40, 45, 108.
6) On the vital functions etc. pag. 80 etc.
7) A. a. O. S. 134.
8) Valentin, Repertorium VI, 359. u. De functionibus nervorum §. 147.

wenig beweisend, indem gar zu leicht Zufälligkeiten sich einmischen. Am wenigsten dürften die bis jetzt mitgetheilten Versuche beweisen, daß die motorischen Nerven des Herzens im Gehirn entspringen, denn Veränderungen des Pulses werden auch durch Reizung von Körpertheilen hervorgebracht, wo an ein Entspringen der Herznerven nicht zu denken ist. So sah M. Hall, daß bei Fröschen, denen er die Centralorgane des Nervensystems ausgeschnitten hatte, der Herzschlag durch Zermalmen der Extremitäten vernichtet wurde [1]).

Für noch unsicherer halte ich die Experimente, durch welche Valentin und Budge einen motorischen Einfluß des Gehirns auf Magen- und Darmkanal zu beweisen suchten. Ersterer versichert in dem erwähnten Werke über die Nerven, daß Reizung des 3ten Paares in der Schädelhöhle den obern Theil des Dünndarmes in Bewegung setze (§. 148). Nach Budge soll Reizung der gestreiften Körper, besonders des rechten, den Magen, Reizung der Vierhügel den Dünndarm, und Reizung des kleinen Gehirns den Dickdarm bewegen [2]). Solche Bewegungen habe ich nach Reizung von Hirntheilen oft genug gesehen, muß aber mit Wilson Philip bezweifeln, daß sich über das post hoc und propter hoc entscheiden lasse. Das kleine Gehirn soll nach Budge auch die Bewegungen der Harnblase, so wie der weiblichen und männlichen Geschlechtstheile veranlassen. Reizte man das kleine Gehirn einseitig, so bewegten sich die Muttertrompeten und Hörner des Uterus, oder bei männlichen Individuen die Samenleiter und Hoden, welche sich aufblähten(?), auf der entgegengesetzten Körperseite. Bei diesen Versuchen scheint Täuschung nicht leicht möglich, indeß muß ich doch bemerken, daß ich in 5 Experimenten nie etwas von derartigen Bewegungen gesehen habe. Nur heftig zuckende Bewegungen des penis sah ich in einem Falle. Die Bewegungen der Ausführungsgänge der Drüsen, so wie die Contractionen und Expansionen der absondernden Blutgefäße stehen unter dem Einflusse der Gemüthsbewegungen und folglich des Gehirns, nur ist die Art des Einflusses noch nicht ermittelt, welcher direct oder indirect gedacht werden kann.

E. Von den zwangsmäßigen Bewegungen nach Hirnverletzung. Zu den sonderbarsten Erscheinungen der Experimentalphysiologie gehören gewisse Bewegungen, welche nach Hirnverletzungen in gesetzlicher Weise eintreten und anhalten, so daß das Thier wie von einer gespannten Feder mechanisch getrieben scheint. Am besten erwiesen sind die von Serres und Magendie zuerst beschriebenen Drehbewegungen nach Verletzung des kleinen Gehirns. Wenn man bei Säugern eine Hemisphäre des kleinen Gehirns stark verletzt, oder am besten, wenn man sie ganz nah am verlängerten Marke durchschneidet, desgleichen wenn man die Querfasern der Brücke, welche zum kleinen Gehirn gehen, auf einer Seite trennt, so entstehen wälzende Bewegungen des Thiers um dessen Längenachse, in der Richtung nach der verletzten Seite hin. Diese Bewegungen können sehr rasch vor sich gehen (Magendie sah 60 Umdrehungen in einer Minute) und sehr lange dauern, ohne das Thier auffallend zu ermüden. Magendie versichert, solche Bewegungen 8 Tage lang an einem Kaninchen beobachtet zu haben. Während dieser Convulsionen ist das Thier seiner bewußt, denn es frißt in vorkommenden Perioden von Ruhe freiwillig. Die Augen sind stark verdreht, das Auge der

---

[1]) Essay on the circulation pag. 160.
[2]) A. a. O. S. 150. u. f. w.

verletzten Seite nach unten, das andere nach oben. Ist das Thier ruhig geworden und man reizt es, so beginnen die Drehbewegungen von neuem. Dieselben dauern mit kurzen Unterbrechungen bis zum Tode fort, ausgenommen, wenn man das kleine Gehirn auch auf der andern Seite durchschneidet, womit das Drehen aufhört. Gleichzeitig hört dann auch die Verdrehung der Augen auf, welche indeß unstäte gleichsam hüpfende Bewegungen in den Augenhöhlen machen (Magendie). Sind die Hemisphären des kleinen Gehirns auf beiden Seiten durchgeschnitten, so kann das Thier wieder gehen, aber sein Gang ist wankend, es geht, als würde es von einer Seite auf die andere gestoßen. Wird das kleine Gehirn der Länge nach in der Mittellinie durchschnitten, so entstehen die wälzenden Bewegungen nicht, wohl aber der wankende Gang. Bei einem Kaninchen sah ich die wälzenden Bewegungen fortbestehen, als ich das große Gehirn vollständig entfernt hatte, und Magendie beobachtete die Fortdauer derselben nach Abtragung der gestreiften Körper [1]). Pathologische Erfahrungen beweisen, daß einseitige Verletzungen des kleinen Gehirns auch bei Menschen jene Achsendrehung zur Folge haben [2]).

Magendie behauptet, daß Verletzungen des kleinen Gehirns auch den Zwang einer Bewegung nach hinten bedingen. Kaninchen sollen bei solchen Verletzungen regelmäßige Bewegungen nach hinten gemacht und Tauben sogar rückwärts geflogen sein [3]). Man darf zweifeln, daß diese Bewegungen regelmäßige Ortsbewegungen waren, wenigstens habe ich dergleichen so wenig beobachtet, als Serres, Hertwig und Budge ihrer nicht erwähnen. Nur ein krampfhaftes Rückwärtsbeugen des Kopfes und Nackens ist von vielen Beobachtern bemerkt worden. — Entsprechend den zwangsmäßigen Bewegungen nach hinten, sollen bei Säugethieren zwangsmäßige Bewegungen gerade nach vorn eintreten, wenn die gestreiften Körper ausgeschnitten werden. Auch für diese Angabe ist Magendie der einzige Gewährsmann, doch hat er die Beobachtungen so oft angestellt und in einer solchen Ausführlichkeit mitgetheilt, daß die Richtigkeit derselben kaum bezweifelt werden kann [4]).

Nichts dürfte schwieriger sein, als die Bewegungen, von welchen eben die Rede gewesen ist, zu erklären. Magendie nimmt an, daß bestimmte Hirntheile die Organe von bewegenden Kräften abgäben, welche polarisch entgegengesetzt wären und gegenseitig im Gleichgewicht hielten. Die gestreiften Körper sollen die bewegende Kraft nach hinten vermitteln, das kleine Gehirn die bewegende Kraft nach vorn. Beide Kräfte sollen sich aufheben, so lange die Organe beider wirksam sind, dagegen müsse nach Wegnahme des kleinen Gehirns eine rückgängige Bewegung entstehen, weil nun die zurücktreibende Kraft der gestreiften Körper ohne Gegengewicht wirke. Auf gleiche Weise soll die rechte Hemisphäre des kleinen Gehirns die bewegende Kraft nach links, und umgekehrt die linke Hemisphäre die bewegende Kraft nach rechts bedingen. Abgesehen davon, daß diese Erklärung nicht einmal den von Magendie selbst beobachteten Bewegungsphänomenen vollkommen entspricht, in so fern bei vollständiger Wegnahme des kleinen Gehirns nur ein schwankender Gang nicht Rückwärtsbewegung eintrat, so hat diese Theo-

[1]) Vergl. Serres, Anat. comp. du cerveau II. 620. Magendie u. Desmoulins a. a. O. 588. Magendie, Leçons I, 260. Derselbe Journal de physiologie IV, 399. Hertwig a. a. O. Exp. 8. Budge a. a. O. S. 77. van Deen de differentia et nexu etc. S. 61.

[2]) Serres a. a. O. II, 629. u. Magendie, Leçons I, 271.

[3]) Magendie et Desmoulins a. a. O. II, 582.

[4]) Leçons I, 248. etc. u. Magendie et Desmoulins a. a. O. II, 625.

rie das Mißliche, bewegendeKräfte zu setzen, welche, in so fern sie sich aufheben, müßig sind, und welche, wenn zur Durchführung gewisser Bewegungen die Aufhebung des Gleichgewichts nothwendig wird, die Annahme einer anderweitigen Kraft unvermeidlich machen. Consequenterweise müßte man dieser Hülfskraft dann wieder eine bestimmte Richtung geben. Soll nämlich das Thier durch die vorwärts treibende Kraft des kleinen Gehirns in Bewegung gesetzt werden, so müßte die rückwärts treibende Kraft der gestreiften Körper, welche dem kleinen Gehirn entgegen stehen, durch einen Zuwachs von vorwärts treibender Kraft überwunden werden. — Eine andere Erklärung versuchte Budge. Nach ihm ist das kleine Gehirn ein Hemmungsapparat, welcher die an bestimmte Organe gebundenen Bewegungstriebe in Fesseln legt. Die linke Hemisphäre soll den Hemmungsapparat für die rechte Körperhälfte abgeben und umgekehrt. Auch diese Ansicht steht mit manchen Thatsachen in Widerspruch, z. B. mit den geordneten Bewegungen und namentlich mit der Ruhe der Glieder, welche nach Exstirpation des kleinen Gehirns, selbst in bewegungsfähigen Individuen beobachtet worden ist. Im übrigen bietet sie ganz ähnliche Schwierigkeiten dar, als die von Magendie aufgestellte Lehre. Bewegende Kräfte können durch nichts gehemmt werden, als durch andere bewegende Kräfte, und das kleine Gehirn wäre also nach Budge ein Organ von Hemmkräften, wie nach Magendie ein Organ von Triebkräften. Hiermit ist nichts geändert als der Name, und es ist jetzt gerade so unbegreiflich, warum die Hemmkraft während der Bewegung des Thieres nicht hemmt, als es früher unbegreiflich war, warum die Triebkraft während der Ruhe desselben nicht treibt. — Die rastlosen Bewegungen nach Entfernung gewisser Hirntheile und besonders die drehenden Bewegungen bei seitlichen Verletzungen des kleinen Gehirns haben viel Aehnlichkeit mit den Bewegungen bei Schwindel. Hierauf ist um so mehr Rücksicht zu nehmen, da pathologische Zustände des kleinen Gehirns häufig mit Schwindel verbunden sind und da, nach Purkinje's Versuchen, ein elektrischer Strom, welcher auf dieses Organ einwirkt, Schwindelgefühle hervorruft. Aber freilich bietet die Analogie zwischen beiden Bewegungen noch keinen Aufschluß über ihre Entstehung.

VI. Ueber das Verhältniß des Gehirns zur Seele.

Wir haben oben die Beweise gegeben, daß die Seelenthätigkeit durch Vermittlung des Gehirns zu Stande komme; es fragt sich nun schließlich, wie man sich das Verhältniß zwischen Gehirn und Seele zu denken habe. Die Ansichten hierüber sind sehr verschieden. Viele haben sich die Seele als ein immaterielles Princip gedacht, welches im Organismus und namentlich im Gehirn wohne. Hiermit würde sie zwar abhängig von diesem; aber die Abhängigkeit wäre zufälliger Art und daure nur für die Lebenszeit, nach deren Verlaufe sie frei würde und als selbstständige Substanz fortdaure. Diese Betrachtungsweise empfiehlt sich dadurch, daß sie mit dem Bewußtsein unserer moralischen Freiheit und mit dem Glauben an Unsterblichkeit besonders leicht vereinbar ist; in physiologischer Beziehung aber macht sie Schwierigkeiten. Es scheint nämlich nicht möglich, das psychische Princip von dem Lebensprincipe zu trennen. Zwar sind die Pflanzen belebt ohne beseelt zu sein, aber wahrscheinlich nur deßhalb, weil sich das Leben in ihnen noch nicht bis zu dem Punkte entwickelt hat, wo es als Seelenleben in die Erscheinung tritt. Die Seelenthätigkeiten sind den Lebensthätigkeiten so ähnlich und beide sind unter einander so innig verbunden, daß es unnö-

thig scheint, sie von einander zu sondern. Beide sind an Organe gebunden, beide wachsen bis zu einem gewissen Punkte ihres Daseins und nehmen dann wieder ab, beide unterliegen den Gesetzen der Reizbarkeit, und das vernünftige aber bewußtlose Wirken der Lebenskraft reproducirt sich und steigert sich in der Seele zum bewußten. Fast noch wichtiger scheint es, daß eine Lebensthätigkeit, nämlich die Zeugung, das seelische Princip fortpflanzt und vervielfältigt, und daß die Sinnesempfindung, welche Niemand von der Seele würde trennen mögen, eben so unverkennbar ein Act des Sinnesorgans ist, als die Muskelbewegung ein Lebensact des Muskels.

Giebt man zu, daß Leben und Seele nicht gesonderte Principe sind, so ist die Frage nach dem Verhältniß der Seele zum Gehirn wesentlich gleich mit der nach der Stellung des Lebens zum Organismus. Unter den verschiedenen Antworten, die hier möglich sind, ist eine die: das Leben ist eine Kraft, welche die an sich todte Materie des Organismus in Bewegung setzt. Diese Kraft richtet sich nach einem vernünftigen Principe, daher sich in den Actionen des Körpers eine Zweckmäßigkeit und Weisheit ausspricht, welche von der Materie an sich nicht abgeleitet werden kann. Eine derartige Auffassungsweise mußte den Psychologen besonders willkommen sein, in so fern sie so wohl die Lebenskraft im Allgemeinen als auch die Seele im Besondern über der Materie schwebend erhielt. War auch hierbei die Seele noch abhängig von dem Organismus, den sie als Instrument benutzte, so war doch ihre Wirksamkeit nicht durch den Organismus gesetzt, und es wurde in Aussicht gestellt, daß die Kraft, die eben nicht durch den Organismus bestehe, sondern durch sich selbst, ihres unvollkommenen Instrumentes sich entäußern und hiermit zu größerer Freiheit hindurch dringen könne. Die Schwierigkeit dieser Ansicht liegt aber darin, daß Kraft und Materie als trennbar betrachtet werden. In der That ist nicht zu sagen, was Kraft ohne Materie, und umgekehrt was Materie ohne Kraft sei? Wie die Physik auf diese Frage keine Antwort hat, so fehlt sie auch der Physiologie; ja es scheint fast noch unpassender, die Lebenskräfte von den Organen zu trennen, als die physikalischen Kräfte von der todten Materie. Es giebt keine Digestionsorgane ohne ein Verdauen, und kein Verdauen ohne Digestionsorgane. Eben so verhält es sich mit der psychischen Thätigkeit des Empfindens. Das Sehen bedingt die Gegenwart eines Auges, und das Auge kann nicht bestehen, ohne zu sehen. Denn wenn wir das Auge eines Todten, obschon es nicht sieht, doch Auge nennen, so liegt dies nur an der Armuth der Sprache, welche für das Residuum des einzelnen Organs nicht in gleicher Weise ein besonderes Wort bildete, wie für das Residuum des ganzen Organismus, welchen sie Leichnam nennt. Für die Seelenthätigkeiten untergeordneter Art, wie für die Sinnesempfindungen, wird auch die Untrennbarkeit derselben von ihren bezüglichen Organen ziemlich allgemein zugestanden; dagegen wird für die höheren Seelenthätigkeiten, welche wir geistige nennen, jener Dualismus sehr häufig in Anspruch genommen, was inconsequent und darauf beruhen dürfte, daß uns die Organe der Geistesthätigkeit nicht in gleichem Maße, als die Sinnesorgane, bekannt sind.

Eine der vorigen ganz entgegengesetzte Ansicht entwickelte Reil. Er behauptete, Kraft und Materie sind nicht trennbar, denn die Kraft ist nur Eigenschaft der Materie. Wie das Gold dehnbar ist, so ist der Muskel contractil; es ist die Art seines Seins. Nach Form und Mischung nämlich hat die Materie verschiedene Eigenschaften, und in Folge specifischer Formen und Mischungen hat die organische Materie Lebenseigenschaften. Be-

merken wir am Organismus ein unaufhörliches Spiel von Functionen, so liegt dies nicht an separaten Lebenskräften, die ihn bewegen, sondern an dem unaufhörlichen Stoffwechsel desselben, womit sich andere Qualitäten und folglich auch andere Erscheinungen herausstellen. Stirbt endlich der Organismus, so zersetzt er sich und verliert die Lebenseigenschaften, indem die einfacheren Verbindungen der Elemente, welche nun eintreten, auch einfachere Eigenschaften und Erscheinungen mit sich bringen. Hiernach wäre das Seelenleben das Product chemischer Processe im Gehirn, es wäre gesetzt durch dieses und vorzüglich mit ihm. — Diese Lehre widerspricht nicht nur den Bedürfnissen des Gemüths, sondern auch den Ansprüchen der Wissenschaft. Schon die Erscheinungen der Reizbarkeit beweisen, daß die Lebensthätigkeit nicht eine Eigenschaft der organischen Materie sei. Wenn verschiedene Reize ein Organ treffen, so müssen, vorausgesetzt daß materielle Veränderungen die Begleiter der Erregung sind, verschiedene materielle Zustände eintreten, womit dann gleichzeitig eine Differenz der Lebensthätigkeiten eintreten müßte, wenn Reil's Ansicht begründet wäre. Dem entgegengesetzt lehrt die Erfahrung, daß die eigenthümliche Energie des Sehnerven durch das elementare Licht, durch einen Stoß, durch Galvanismus und durch Blutandrang auf gleiche Weise geweckt wird. Ferner leugnet Schelling mit Recht, daß die Lebensthätigkeit als Product chemischer Processe betrachtet werden dürfe, indem die chemischen Kräfte nach Ausgleichung und Ruhe streben, während das Leben jede Ausgleichung in neue Spannung umsetzt und das chemisch Beruhigte in den Strudel seiner Bewegung wieder hineinzieht. Diese Bewegungen sind auch mehr als zufällige Störungen, denn sie reihen sich auf eine Weise aneinander, deren Typus mit dem Keime des Organismus bereits gegeben ist.

Unsere Ansicht über Leben und Organismus mag in der Kürze mit Folgendem angedeutet werden. Leben und Organismus fallen zusammen, und es ist weder das Leben die Ursache des Organismus, noch der Organismus die Ursache des Lebens. Eine Ursache aber müssen sie haben, die außer ihnen selbst liege; denn sie sind entstanden in der Zeit, da es eine Periode im Erdenleben gab, wo das Lebendige noch nicht da war. Die Ursache liegt in Gott. Gott faßte den Gedanken des Lebens und der Gedanke wurde zur Wirklichkeit an der Materie. Ohne die Materie wäre das Leben nur ein Mögliches, welches im göttlichen Gedanken, ohne sich zu offenbaren, verschlossen läge. Zerfällt der Organismus, so verschwindet das Leben aus der Wirklichkeit, aber die Idee desselben verbleibt in Gott, und kann an der Materie von neuem verwirklicht werden. So sterben die Individuen, während die Idee derselben im Geschlechte fortlebt. Auch das Seelenleben bedarf zu seiner Verwirklichung der Materie. Die Substanz, an welcher es die concrete Form gewinnt, ist das Gehirn, und mit der Zerstörung desselben hört ihre Offenbarung in dieser ihrer bestimmten Form auf. Ihr ideeller Inhalt aber ist nichts Vergängliches, und vergeht mit dem Tode des Gehirns so wenig, als die Idee eines Thiers mit dem Tode des Individuums. Nach dem Vorausgeschickten wäre die Fortdauer der Seele nach dem Tode des Gehirns zunächst nur ein Aufgehobenwerden im Gedanken Gottes, aber die Möglichkeit der Wiedergeburt derselben in einem neuen Leibe bleibt unbestritten. In wie weit die Fortdauer unsers ideellen Theiles eine persönliche sei, ist nicht Sache der Physiologie zu entscheiden; doch mag bemerkt werden, daß diese keinen Grund hat, die Persönlichkeit zu leugnen. Einen Grund zum Zweifeln suchte man in der Auflösung des Organismus im Tode. Allerdings ist vom physiolo-

gischen Standpunkte aus anzunehmen, daß die persönliche Seele zwar nicht gesetzt, wohl aber bedingt sei durch den Organismus; denn da die Idee an der Materie zur Offenbarung kommt, so sind Veränderungen in dem materiellen Processe eben nur Manifestationen der sich verändernden Idee selbst. Anderseits ist festzuhalten, daß wir die Veränderungen des Organismus im Tode nicht in dem Grade durchschauen, daß wir eine vollständige Auflösung zu behaupten befugt wären. Es ist möglich, daß wir uns durch das Zerfallen der gröberen Organe täuschen lassen. Höchst geistreich hat Fechner darauf aufmerksam gemacht, wie ein Fötus, wenn er physiologische Betrachtungen anstellen könnte, seine Geburt als den Untergang seiner Individualität ansehen würde. In der That werden die Organe, die ihm als Fötus die wichtigsten erscheinen müssen, die Eihäute und die ernährenden Gefäße zerrissen, und doch erhält sich inmitten dieser Zerstörung, welche der Tod des Eies ist, ein Rest des Organismus als Träger des Individuums.

A. W. Volkmann.

Geschlechtseigenthümlichkeiten.

Insofern bei Organismen getrennten Geschlechts außer der eigentlichen Fortpflanzungsfunction und den dazu eigens bestimmten Organen ein besonderer Character sich ausspricht, offenbart sich die Geschlechtseigenthümlichkeit, welche man in Betracht des Körpers auch männliche und weibliche Bildung, männlichen und weiblichen Habitus zu nennen pflegt. Demnach kann bei Zwitterwesen nicht davon die Rede sein. Getrennten Geschlechts sind aber sämmtliche Wirbelthiere, und wenn man noch vor wenigen Jahren mehre derselben, z. B. Neunauge, Seepferdchen, als Zwitter betrachten zu müssen glaubte, so lag der Grund davon nur in mangelhafter Beobachtung. Nicht minder ist bei sämmtlichen Crustaceen, Arachniden und Insecten Geschlechtstrennung ausgesprochen. Was aber die übrigen Thierclassen betrifft, so herrscht in denselben häufig Hermaphroditismus; jedoch sind oft ganze Ordnungen und Familien getrennten Geschlechts, namentlich unter den Mollusken die sämmtlichen Cephalopoden und Pectinibranchien, unter den Acalephen die Medusen, unter den Eingeweidewürmern die Nematoideen, ja sogar finden wir Geschlechtsgeschiedenheit hin und wieder unter den Polypen ausgesprochen; — im Pflanzenreich ist sie sehr selten, nämlich nur in der Classe der Dioecien.

Lange betrachtete man die niedersten Thiere als geschlechtlos oder bloß weiblich; daß aber die Art überhaupt Hermaprodite sei, wie Troxler zuerst gründlich erörterte, wurde in neuester Zeit durch die genaueste, besonders mikroskopische Beobachtung vollkommen bestätigt, indem man nämlich nebst Eiern und Eierstöcken männlichen Saamen und männliche Organe auch bei den unvollkommensten Thierarten, und sogar bei solchen fand, welche, wie z. B. Polypen, Infusorien u. dgl. durch Theilung oder Knospenbildung sich fortzupflanzen vermögen. Hiernach ist denn die Geschlechtlichkeit tief in der Natur begründet; sie ist ein durchgreifendes Gesetz in der organischen Natur, indem sie auch da nicht fehlt, wo sie der äußern Erscheinung nach nicht ab-

solut nothwendig wäre, wo ihr eigentlicher Zweck, nämlich Fortpflanzung, durch Theilung und Knospenbildung erreicht werden kann und oft in ausgedehntestem Maße erreicht wird.

Das Vermögen der Fortpflanzung und der eigenen Erhaltung, welches jeder Art des organischen Reiches inne wohnt, entspricht ursprünglich den beiden allgemeinen Seinsarten in der Natur, dem Universellen nämlich und dem Individuellen. Beide bedingen sich gegenseitig, und zwar erscheint Individuelles als der concrete Begriff, als die bestimmte Seinsform des Universellen, dieses aber als der Grund- und Urtypus des Individuellen. Das Universelle äußert sich durch den Schöpfungsact unter der Form des Individuellen, und demgemäß giebt es so viel Individualitäten als es Aeußerungsmöglichkeiten des Universellen giebt. — Wenn nun auch das Individuelle ursprünglich durch einen Schöpfungsact ins Dasein gerufen ist, so geschieht ein solches unmittelbares Geschaffenwerden im gegenwärtigen Zustande der Natur nicht mehr, oder ist, wenn sogenannte Generatio aequivoca bestimmter Organismen noch stattfinden sollte, nur auf sehr niedere Formen beschränkt. Und der Grund hiervon beruht darauf, daß das Universelle unter den ihm möglichen und zweckmäßigen Formen sich realisirt, und in dieser Beziehung sich entwickelt hat. Kann aber das Universelle nicht mehr durch Schöpfungsact, d. h. unmittelbar sich individualisiren, so mußte dem einst auf diese Weise Individualisirten, d. h. der Art, wofern nicht mit dem Ablauf seiner concreten Form seine allgemeine Daseinsform überhaupt gefährdet werden und aufhören soll, auch eine universelle Beziehung, d. i. Fortpflanzungs- oder Zeugungsvermögen, innewohnen, — und demgemäß erscheint die Art als Wesen, welches sowohl sich selbst in der Zeit, als auch seinen allgemeinen Begriff über seine Zeit hinaus zu erhalten im Stande ist. — Die Zeugung ist hiernach das in dem Individuo selbst repräsentirte Universelle, und kann insofern nur durch ein vorhandenes Individuum, und zwar auch nur der bestimmten Natur dieses gemäß und entsprechend, bewirkt werden. Solches ist aber auf doppelte Weise möglich, nämlich entweder auf ungeschlechtlichem, oder auf geschlechtlichem Wege, ersteres durch natürliche oder künstliche Theilung oder durch Knospenbildung, letzteres durch geschlechtliche Function, durch Ei- und Samenbildung.

Nach dem Gesetz, daß ein Organismus als ein um so höher potenzirter zu betrachten ist, auf je mannigfaltigere Weise das Leben in ihm sich offenbart, als ein um so niederer hingegen, je einförmiger er sein Leben vollführt, müssen im Allgemeinen auch diejenigen Wesen als die höheren betrachtet werden, in denen Individual- und Universalleben relativ mehr differenzirt erscheinen, und demgemäß finden wir auch, daß nur niedere, mehr unvollkommnere Wesen durch ungeschlechtliche Zeugung sich fortpflanzen, wobei dann das Individuum unmittelbar, ohne Mitwirkung bestimmter, die Fortpflanzungsfunction für das Ganze übernommenhabender Organe, zu zweien oder mehren gleichen Individuen wird. Es findet hierbei eine fortwährende Verjüngung Statt; das vorhandene Individnum trennt sich in zwei Hälften, es trennt sich, um selbst einen bereits durchlaufenen Lebenscyclus noch einmal zu beginnen. Bei höheren hingegen, wo eine größere Mannigfaltigkeitsgestaltung herrschend ist, findet ein solcher unmittelbarer Uebergang eines bestimmten Individuums zu anderen, der Art nach gleichen, Individuen nicht mehr Statt, sondern nur durch einen Geschlechtsact; hier beruht viel mehr auf gewissen zur Fortpflanzung bestimmten Organen, welche freilich auch bei den durch ungeschlechtliche Zeugung sich fortpflanzenden Wesen nicht fehlen, die allein die Fortpflanzung

vermittelnde Function, — hier findet keine unmittelbare Verjüngung Statt, und hier hat denn auch wohl ohne Zweifel Individual- und Universalleben, jedes für sich, eine mehr bestimmte Bedeutung gewonnen.

Das Fortpflanzungsleben selbst erscheint, insofern es sich durch besondere Organe, und nicht durch Knospenbildung oder Theilung, bethätigt, unter der doppelten Form: Bildung eines Eies oder Keimes und Anregung desselben zur Entwickelung, d. h. es erscheint als weibliche und männliche Function, worauf die eigentliche Geschlechtlichkeit oder Sexualität beruht. Diese, wie bereits gesagt, allgemein in der organischen Natur herrschend, ist nicht nur die Vermittlerin des Individual- und Universallebens, sondern bildet auch eine Grenze zwischen beiden, und verhindert demnach ein unmittelbares Verschmelzen beider, indem, wenn zwei Umstände zu einem Zweck concurriren müssen, dieser Zweck nicht so leicht erreicht werden kann, als wenn ein einziger genügt. Schwerlich durch geschlechtliche Fortpflanzung, wohl aber durch ungeschlechtliche, wo ein einziges Individuum, sogar ohne Concurrenz der zwei verschiedenen geschlechtlichen Beziehungen in ihm, durch bloße Theilung sich vermehrt, ist die ans Unglaubliche grenzende Vervielfältigung der Infusorien zu erklären. Bei ihnen ist nach Ehrenberg die Möglichkeit zur Vervielfältigung des Einzelnen bis zu einer Million in wenig Stunden. »Da eine Vorticelle oder Bacillarie sich binnen einer Stunde theilt, und nach Zwischenzeit von einer Stunde wieder theilt, also in 3 Stunden aus einer 4 werden, und in 5 Stunden aus einer 8, in 7 Stunden aus einer 16, so ist es möglich, daß in je 24 Stunden 4096 Einzelthiere aus 1, in 48 Stunden aber 8 Millionen und in 4 Tagen 140 Billionen werden. Im Biliner Polierschiefer bilden ungefähr 41,000 Millionen Gallionellen immer 1 Cubikzoll Stein, daher etwa 70 Billionen 1 Cubikfuß. Mithin könnte ein Thierchen durch bloße Selbsttheilung in 4 Tagen möglicher Weise 2 Cubikfuß Stein bilden.« Wenn die genannten Thiere durch Theilung sich fortpflanzen, wenn also ihre Individualität unmittelbar in die Universalität übergeht, so ist dieser Proceß gewiß einfacher, als wenn das Distoma sich geschlechtlich fortpflanzt, indem dabei nothwendig der Proceß vorausgesetzt werden muß, daß der Same zum Ei gelange und solches zur Entwicklung anrege; dieser Proceß ist aber auch einfacher, als wenn, wie bei Bandwürmern, behuf einer geschlechtlichen Fortpflanzung, das eine Glied das andere befruchten muß; dieser wieder einfacher, als wenn, wie bei hermaphroditischen Molluskken, zwei gleiche Individuen sich gegenseitig aufsuchen und einander sich nähern müssen, um den Begattungsact zu vollziehen, und dieser Proceß endlich wieder einfacher, als wenn bei vollkommen getrennter Geschlechtlichkeit zwei geschlechtlich verschiedene Individuen behuf der Fortpflanzung sich begatten müssen. — Was anders kann Grund und Zweck von diesem Allen sein, als stärkerer Gegensatz, schroffere Grenze zwischen Individuell und Universell?

Wenn nun aber in Betracht gezogen wird, daß das Product des Weiblichen es ist, welches zum neuen Wesen sich entwickeln kann, jedoch nur unter der Voraussetzung, daß dasselbe von dem des Männlichen zur Entwicklung angeregt wird, und wenn man dabei zugleich erwägt, daß bei Fortpflanzung durch Theilung unmittelbar, und ohne geschlechtliches Handeln neue Wesen entstehen, so leuchtet von selbst ein, daß Männliches und Weibliches eine Ganzheit bilde, welche in ihrem Complex als Art erscheint, oder vielmehr als eine Ganzheit, deren Differenz als Sexualität sich ausspricht. Die beiden Geschlechter sind also die zwei Factoren der Art, Mann und Weib also die beiden Factoren des Menschen. Weib ist Complement des

Mannes und dieser Complement jenes, und beide beruhen auf Differenzirung einer ursprünglichen Indifferenz — Art. — Art ist demnach Hermaphrodite, überall erscheint sie als männlich und weiblich, am Thier wie an der Pflanze.

Ist nun aber Sexualität Differenzirung einer Einheit, Differenzirung aber nicht als eine absolute Abgesondertheit, sondern vielmehr nur als Gliederung mit bleibender Beziehung zur ursprünglichen Einheit zu betrachten, so folgt, daß Männliches und Weibliches als relative Gegensätze erscheinen, daß beide im Allgemeinen dieselbe Natur, jedoch jede besonders modificirt, an sich haben. Das ursprünglich in der Art, als Indifferenz des Männlichen und Weiblichen, repräsentirte Universelle und Individuelle ist auch in jeder Differenz derselben, im Männlichen und Weiblichen, vorhanden, jedoch beruht eben der Unterschied beider Differenzen darauf, daß in der einen, im Männlichen, ein + Individuelles und ein — Universelles, in der andern hingegen, im Weiblichen, ein + Universelles und ein — Individuelles repräsentirt ist. Da beide nur Differenzen einer ursprünglichen Einheit sind, so haben beide auch einen gleichen Zweck, den der Einheit, jedoch jedes in seiner Weise, zu verfolgen; und da beide nur in gegenseitiger Wechselwirkung ihr Ziel erreichen können, so müssen auch beide, so verschieden sie im Uebrigen sein mögen, eine entsprechende, d. h. analoge Natur haben, sie können also überhaupt nur verschiedene Ausdrücke desselben Typus, verschiedene Modificationen derselben Form sein.

So finden wir denn, daß Mann und Weib dieselbe allgemeine Bedeutung, sowohl in individueller, als in universeller Beziehung haben: Jeder führt durch eigene Erhaltung sein Individual-, und jeder durch Erhaltung der Art überhaupt, durch Fortpflanzung sein Universalleben; aber jeder erreicht seinen Zweck nach eigener Weise. So sind denn auch Mann und Weib sowohl hinsichtlich ihrer allgemeinen Organisation, als auch hinsichtlich ihrer Geschlechtsbeschaffenheit einander analog, und nur die Auffassung der Analogie giebt die Eigenthümlichkeit der Geschlechter, und diese Analogie ist auch da nicht zu verkennen, wo die ursprüngliche Gleichheit die bedeutendsten Modificationen und Verschiedenheiten zeigt, nämlich in den Fortpflanzungsorganen und deren Functionen. — Längst ist eine gewisse Uebereinstimmung der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane beim Menschen anerkannt, bei weitem deutlicher springt sie jedoch bei niederen Thieren in die Augen, besonders bei Krebsen, Fischen. Am auffallendsten zeigen sie die Pflanzen, deren Pistille denselben allgemeinen Blatttypus haben, als die Stamina, — und ganz besonders zeigen es die seltenen Beispiele, wo bei dioecischen Pflanzen, namentlich beim Spinat, die männliche Pflanze weibliche Blüthen, oder die weibliche männliche treibt. Solches ist nur insofern möglich, als die verschiedenen Geschlechter einander entsprechen, und als bei getrennten Geschlechtsindividuen nur die eine Geschlechtsäußerung vorwaltend, die andere zurückstehend ist. So finden wir denn im Weibe die weibliche Geschlechtlichkeit entschieden vorwaltend, die männliche hingegen nur schwach repräsentirt, beim Manne aber die männliche entschieden vorwaltend und die weibliche nur schwach repräsentirt. Gemäß den Analogien in den Geschlechtstheilen finden wir beim Weibe als Repräsentant des Männlichen die Clitoris, welche zu der weiblichen Geschlechtsfunction überall keine Beziehung hat — im Manne als Repräsentant des Weiblichen die Brüste, welche zu der männlichen Geschlechtsfunction überall keine Beziehung haben. — E. H. Weber hat bei der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in Braunschweig im männlichen Biber einen kleinen Uterus zwischen Harnblase und Mastdarm vorgezeigt und darauf aufmerk-

sam gemacht, daß auch beim Manne ein Rudiment desselben vorkomme, als welches eine kleine Blase in der Prostata am hintern Theil des Schnepfenkopfes zu betrachten sei; — wir finden auch beim männlichen Beutelthier die nur für das weibliche Bedeutung habenden Zitzenknochen. — Ist es anders als auf diese Weise zu erklären, daß weibliche Individuen im Matronenalter durch Stimme, Bart u. dgl. oft männlichen Habitus verrathen, daß alte Fasanenweibchen, alte Hühner, nachdem ihre Fortpflanzungsfähigkeit aufgehört hat, d. h. nachdem ihr Universalleben zurückgetreten ist, und dafür dann ihr Individualleben ein Uebergewicht bekommt, an Gefieder, Spornbildung und allgemeinem Naturell den Männchen ähnlich werden, und daß alte Hirschkühe sogar Geweihe bekommen? Das Gefieder ist bei den Weibchen so gut als bei den Männchen vorhanden, und die Spornen kommen rudimentär auch bei jenen vor, so daß die genannte Umwandlung dieser Theile durch eine stärkere und geänderte Entwicklung eines bereits Vorhandenen erklärt werden kann. Aber vom Geweihe findet sich bei der Hirschkuh keine Spur, kein Rudiment, und seine Darbildung im höhern Alter ist nur aus dem allgemeinen und gemeinschaftlichen, im Weibchen wie im Männchen herrschenden, Typus einleuchtend. — Aus derselben, beiden Geschlechtern gemeinschaftlichen, Natur sind dann auch die abnormen, in seltenen Fällen sogar beim Menschen vorkommenden Annäherungen zur Zwitterbildung, welche sowohl im allgemeinen Habitus und in der psychischen und körperlichen Aeußerung des Lebens, als auch in der Beschaffenheit der Geschlechtsorgane sich ausspricht, zu erklären, indem nämlich dabei der bestimmte Geschlechtscharakter bei dem entsprechenden Geschlechtsindividuo nicht gehörig ausgeprägt, dafür dann aber der andere Geschlechtscharakter nicht gehörig und hinlänglich beschränkt, sondern in stärkerem Maße sich geltend macht, als es bei normalem Vorherrschen des bestimmten, dem männlichen oder weiblichen Individuo gemäßen, möglich sein würde.

Wenn nun aber das Männliche als eigentlicher Repräsentant des Individuellen, das Weibliche hingegen als der des Universellen erscheint, so ist auch zu erklären, wie ohne Gefährdung der bestimmten Artform überhaupt wohl das Männliche, nie aber das Weibliche aus der Natur verschwinden kann. So finden wir denn oft, daß die Männchen gesellig zusammenlebender Insecten bald nach der Begattung sterben, während die Weibchen noch fortfahren für die Nachkommenschaft durch Kunsttriebe zu wirken; — so verschwinden bei manchen Crustaceen und Insecten in gewissen Jahreszeiten, namentlich im Sommer, die Männchen gänzlich, so daß also temporär das männliche Geschlecht fast alle Bedeutung verliert, z. B. bei Daphnia pulex, bei den Blattläusen, welche 6 — 9 Generationen hindurch ohne Männchen die Art erhalten können. — Wenn ferner das Weibliche vorzugsweise Repräsentant des Universellen, und sonach der Erhaltung der bestimmten Artform in der Natur überhaupt ist, so läßt sich erklären, wie dasselbe an der Fortpflanzung mehr Antheil hat, als das Männliche. Ersteres liefert das Ei, welches man sogar schon im weiblichen Embryo antrifft, es giebt dem Keim Dottermasse als Bildungsstoff zu seiner ersten Entwicklung mit, oder gewährt ihm solchen als Nährstoff zur allmäligen Entwicklung als Fruchtbildungsstoff und als Milch, während letzteres, das Männliche, bloß durch einen momentanen Lebensact den Keim zur Entwicklung in bestimmter Richtung anregt. Weil mehr Kraft- und Stoffaufwand zur Ausbildung der Frucht und deren Ernährung erfordert wird, als zur belebenden Anregung eines übrigens entwicklungsfähigen Keimes, so ist es auch erklärlich, weßhalb das weibliche Geschlechtsleben früher erlischt, als das männliche. Nur wenn das Weibliche Repräsentant des Universellen ist,

und wenn also demselben die Erhaltung der bestimmten Artform überhaupt vorzugsweise obliegt, ist es erklärlich, wie die Weibchen der niederen Thiere, deren Leben in individueller Hinsicht überhaupt noch unbedeutend ist, an Größe, Kraft und Stärke den Männchen bei weitem überlegen sind. So ist bei Achtheres das Männchen 5mal kleiner als das Weibchen und hält sich, ähnlich wie ein Schmarotzerthier, während des ganzen Lebens an der Geschlechtsöffnung des letztern auf. Wenn endlich das Weibchen das Universelle repräsentirt, so leuchtet ein, daß die Zahl der Weibchen in dem Thierreiche bedeutender sein müsse als die der Männchen. Wenn indeß ein Bienenstock, der nur ein fortpflanzungsfähiges Weibchen und etwa 800 Männchen hat, dem Gesagten zu widersprechen scheint, so steht zu bedenken, daß in demselben Stocke noch an die 20,000 Arbeitsbienen leben, welche bekanntlich nur Weibchen sind, in denen sich das Universalleben zwar nicht als eigentliche Fortpflanzungsfunction ausspricht, wohl aber als Function, für den Unterhalt der Nachkommenschaft, die sonst auch vom weiblichen Geschlechte überhaupt gepflegt wird, Sorge zu tragen. Nur bei höheren Thieren, und namentlich ganz entschieden bei den Säugethieren, und besonders auch beim Menschen werden mehr mänliche als weibliche Individuen geboren, — gerade im Menschen hat aber auch das Individualleben die höchste Ausbildung und die größte Bedeutung, den höchsten Werth erlangt.

Bereits im grauen Alterthume ist die Analogie zwischen Mann und Weib richtig erkannt worden. So sagt schon Galen, das Weib habe innerlich das, was der Mann äußerlich. Ihm mußte aber widerfahren, daß ein späterer großer Geist, Haller, seine Aeußerung für einen Scherz hielt und diejenigen tadelt, welche fast im Ernst eine solche längst widerlegte Meinung wieder hervorgesucht hätten. Aristoteles faßte die Analogie falsch auf, indem er das Weib für einen unvollständigen Mann hielt, welcher Ansicht manche Neuere, theils nach anatomischen Untersuchungen, theils aus philosophischen Gründen beipflichteten. Man hielt jeden Embryo ursprünglich für weiblich, — der Mann sei der vollkommen entwickelte, das Weib der auf niederer Stufe der Entwicklung stehen gebliebene, oder der nicht hinlänglich entwickelte, Mensch. Plato faßte das Verhältniß von Mann und Weib von einem höhern Gesichtspunkte aus auf, er betrachtete die beiden als die ergänzenden Glieder der Menschheit, oder vielmehr des Menschen. Von demselben Gesichtspunkte aus hat Wilhelm von Humboldt den Geschlechtsunterschied und dessen Einfluß auf die organische Natur, sowie die männliche und weibliche Form, Troxler mit tiefem Blick seine Hermaphrodite, und besonders Burdach den allgemeinen Geschlechtscharacter erörtert. — Oft wurde das Verhalten des Weibes zum Manne wie das der Pflanze zum Thier, oder auch wie das des kindlichen zum reifern Alter betrachtet. Das ist halb wahr, halb falsch, — wahr, insofern das Leben der Pflanze mehr eine universelle als individuelle Bedeutung hat, und insofern auch im Kinde, als dem noch in der Entwicklung Begriffenen, die Individualität nicht vollendet, sondern ja eben in der Entwickelung begriffen ist, — falsch aber, insofern man etwa dafür halten möchte, im Weibe seien die Functionen des sogenannten vegetativen Lebens vorherrschend, oder das Weib sei, — wie die Pflanze niederer als das Thier, so selbst — niederer als der Mann, — da es doch vielmehr nur den Begriff der Universalität in der Individualität, wie der Mann den der Individualität in der Universalität ausspricht. Im Weibe ist die Natur des Mannes vorhanden, wenn auch nur beschränkt und modificirt, aber in der Pflanze fehlt die Natur des Thieres durchaus.

Individualität hat den Charakter der Selbstheit, Selbstständigkeit, der Kraft und Energie, der möglichsten Begrenzung und Abgeschlossenheit, des Antagonismus; — Universalität hingegen den der Abhängigkeit, Unbestimmtheit, Verschmelzung, Hingebung, der Sympathie. Und gerade auch diesen Charakteren gemäß, also nicht allein der bisherigen Darstellung der allgemeinen Seinsarten in der Natur entsprechend, stellt sich das Männliche als das relativ vorzugsweise Individuelle, das Weibliche als das relativ vorzugsweise Universelle heraus, und zwar

1. Hinsichtlich der Statur. — Der Mann entwickelt seine Selbstheit in höherm Grade als das Weib, deßhalb erreicht er im Allgemeinen auch eine bedeutendere Größe, und aus demselben Grunde stehen seine einzelnen mehr äußeren Theile in schrofferen Gegensätzen zu einander und er selbst schroffer zur Außenwelt. Die männliche Form charakterisirt sich demnach durch eine gewisse Schroffheit, die Weibliche durch Sanftheit. Hier ist die Körperfläche sanft, von wellenförmigen Linien begrenzt, dort erscheinen alle Umrisse schärfer, alle Ecken und Winkel treten bedeutender hervor, der ganze Körper ist in bestimmtere Abschnitte getheilt, und gleicht, wie W. v. Humboldt sagt, einer Zeichnung, die eine kühne Hand mit strenger Richtigkeit, aber wenig bekümmert um Grazie, entwirft. Hauptsächlich sind es die kräftigen Muskeln, und die ihnen entsprechenden nervigen Sehnen, welche auch bei übrigens gleicher Körpergröße den thatkräftigen Mann von dem zarten Weibe unterscheiden. — Bei dem Vergleich einer größeren Anzahl Männer mit einer gleichen Anzahl Weiber fällt das Größenübergewicht entschieden auf die Seite der Männer; dabei bemerkt man zugleich, daß dieselben unter einander hinsichtlich der Größe viel mehr variiren als die letzteren, und dem entsprechend hat man auch beobachtet, daß bei größeren Menschenschlägen die Weiber bei weitem kleiner sind als die Männer, bei kleineren hingegen mit denselben von gleicher Größe. — Bei Beurtheilung der Körpergröße in Bezug auf Kraft und Stärke kommt es weniger auf die absolute Längenausdehnung oder den absoluten Körperumfang an, als vielmehr auf relative und harmonische Größe der einzelnen Theile. Eine bedeutende Größe überhaupt kann z. B. auf excessiver Entwicklung der Extremitäten beruhen, und so beobachtet man oft an einer großen Anzahl von Menschen, welche man der Größe nach neben einander gereihet hat, ein ganz anderes Verhältniß, wenn man sie in derselben Reihefolge sich setzen läßt. Und dabei wird man eine größere Verschiedenheit bei einer Reihe von Männern, eine mindere bei einer Reihe von Weibern wahrnehmen. Zugleich stellt sich bei einer solchen Vergleichung heraus, daß das Weib verhältnißmäßig einen längern Rumpf, der Mann verhältnißmäßig längere Extremitäten hat. Demgemäß fällt die Hälfte der gesammten Körperlänge beim Manne im Allgemeinen in die Schambeinvereinigung, beim Weibe hingegen oberhalb derselben. — Bedeutende Geschlechtseigenthümlichkeit spricht sich in der Kopfbildung aus; wenn auch der eigentliche Kopftheil des Schädels beim Manne nur wenig größer ist als beim Weibe, so ist doch der Gesichtstheil beim Manne absolut und im Verhältniß zum Kopftheil bei weitem größer; auch sind die Gesichtsknochen beim Manne mehr entwickelt, besonders der Unterkiefer breiter und höher, die Augen- und Nasenöffnung umfangreicher, die Nase vorspringender, breiter und länger, und überhaupt die Gesichtszüge markirter. — Am Rumpfe zeigt sich beim Manne die eigentliche Brustregion, beim Weibe die Hals- und Lendenregion länger, und diese bedeutenderen Dimensionen besonders der Lendengegend werden nicht allein durch länger gestreckte Wirbelkörper, sondern auch durch dickere Zwischenknorpel bewirkt. Entschieden ist beim weibli-

chen Geschlecht auch der Hals dünner, und macht eine sanfte Biegung nach vorn, besonders indem die zwei ersten Halswirbel etwas in der Richtung nach vorn, darauf die übrigen aber allmälig wieder zurück sich wenden. Beim Manne ist Hals und Nacken umfangreicher, der Thorax entschieden weiter, und besonders die Schultern, wegen der längern und mehr gebogenen, dabei mehr schräg vom Brustbein zum Schulterblatt hinaufsteigenden Schlüsselbeine, breiter, stärker nach vorn und höher nach oben vorstehend. Die größere Breite der Brust hängt theils von dem breiteren Sternum, theils aber auch von den längeren und breiteren, an ihrer hintern Extremität minder gebogenen Rippen ab. Weil diese Enden beim Weibe mehr gebogen sind, so tritt bei demselben die Wirbelsäule tiefer in die Brusthöhle hinein, wodurch der Durchmesser derselben in der Richtung von vorn nach hinten sehr beengt wird. Hingegen liegt beim Manne die Wirbelsäule wegen der schwächern hintern Rippenkrümmung mehr nach hinten, und daher kommt hauptsächlich, daß bei ihm die Grätenfortsätze, besonders der unteren Rücken- und oberen Lendenwirbel stärker vortreten. Ebendaher rührt es auch, daß der Umkreis des Thorax beim Manne über dem Becken hervorragt, während er beim Weibe in einer Ebene senkrecht über dem Becken liegt. Die Rippen erstrecken sich beim Manne in der Richtung von hinten nach vorn auch mehr schräge abwärts. — Beim Weibe ist der Unterleib gegen den Thorax gerechnet länger, also der Raum zwischen dem Processus xiphoideus bis zum Nabel, und von diesem wieder bis zur Schambeinsymphyse bedeutender; beim Manne hingegen ist der Thorax und demgemäß auch das Brustbein länger. Beim Weibe ist die Gestalt des Unterleibes mehr cylindrisch, beim Manne mehr birnförmig mit nach unten gerichteter Spitze; da die Lendenwirbel bei jenem mehr in die Bauchhöhle vortreten, so ist der Raum für die Verdauungseingeweide beschränkter als beim Manne, da aber die Lendenwirbel länger sind und die falschen Rippen nach unten mehr an Länge abnehmen, also diese Gegend überhaupt weniger durch harte Theile beschränkt wird, so ist im schwangern Zustande eine ausgedehntere seitliche Vergrößerung des Unterleibes leicht möglich, in welcher Hinsicht dann auch noch die schlaffere Faser in Betracht kommt. Wie beim Manne die Schultern breiter sind, so beim Weibe verhältnißmäßig die Hüften, und zwar sowohl wegen des breitern Beckens, als auch wegen der bedeutenderen Quantität Fettes besonders in dieser Gegend. Dabei ist das große Becken auch flacher und niedriger; die obere Apertur des kleinen Beckens erscheint mehr queroval, beim Manne mehr herzförmig; die Sitzbeine stehen beim Weibe mehr auseinander, und der Arcus ossium pubis ist beim Manne mehr ein Angulus. Das Kreuzbein ist beim Weibe der bedeutendern Beckenbreite entsprechend überhaupt breiter, besonders in seinem obern Theile; auch ist es stärker nach hinten gekrümmt, aber etwas kürzer; das Steißbein kürzer, beweglicher, aber weniger nach vorn vorspringend, und daher, sowie wegen des größern Abstandes der Sitzbeine, der Beckenausgang weiter. Da das Becken vom Hüftkamm zum Sitzbeinhöcker kürzer ist, so sind auch die Gesäßmuskeln auf einen kleinern Raum beschränkt, und dieses ist ein Grund mit, weßhalb das Gesäß gewölbter erscheint. Wegen der größern Beckenbreite stehen auch die Gelenkpfannen weiter auseinander, und sind dabei zugleich etwas mehr nach hinten gerichtet. Der Schenkelhals ist länger und läuft in minder stumpfem Winkel von den Schenkelbeinen ab; da nun demnach die Oberschenkel in ihren oberen Extremitäten weit auseinander stehen, so convergiren dieselben stark in der Richtung nach den Knieen zu, und tragen so wesentlich zur Vergrößerung des sogenannten weiblichen Schoßes bei; da aber die Schenkel kürzer sind, so drängen sich

die Muskeln dieser Gegend mehr zusammen, und dieses ist mit ein Grund, weßhalb die Oberschenkel beim weiblichen Geschlecht viel fleischiger erscheinen als beim Manne, — gegen die Kniee hin nimmt indeß die Fleischfülle wieder merklich ab. Wenn aber die Extremitäten zu den Knieen stark convergiren, so müssen sie, wenn die Stellung überhaupt eine regelmäßige sein soll, von da ab bis zu den Füßen entsprechend divergiren, welche letztere beim Weibe kleiner aber fleischiger sind und mehr in der Mitte ausgehöhlt erscheinen, während beim Manne die Aushöhlung der Fußsohle an den beiden Seiten stärker ist.

Mit der Größenverschiedenheit der Geschlechter verhält es sich indeß nicht bei allen Thieren wie beim Menschen. Bei den Säugethieren und Vögeln ist das Weibchen meist eben so groß als das Männchen, oder das Weibchen ist kleiner, — nur sehr selten ist das Weibchen größer, namentlich bei Elenn, Auerochs, Walfisch, bei den Tagraubvögeln, den Kuckuken und einigen Fliegenschnäppern. Aus einigen Beobachtungen an Säugethieren und Vögeln hat man den Größenunterschied der Geschlechter aus dem bedeutendern oder mindern Kraftaufwande erklärt, welchen das weibliche Geschlecht bei der Hervorbringung der Jungen und ihrer Ernährung auf Kosten des eigenen Organismus zu verwenden hat. Wenn auf diese Weise auch erklärt werden könnte, wie diejenigen Säugethierweibchen verhältnißmäßig kleiner erscheinen, welche, wie z. B. die Kuh, Ziege u. dgl., im gezähmten Zustande anhaltend gemolken werden, und wenn ebenso erklärt werden könnte, wie diejenigen Vogelweibchen verhältnißmäßig sehr groß erscheinen, welche, wie namentlich die Tagraubvögel, sehr wenige Eier legen, so läßt sich doch daher keinenfalls die vorwaltende Größe der Weibchen der meisten niederen Thierclassen ableiten. Vielmehr liegt der Grund darin, daß gerade das männliche Geschlecht es ist, in welchem überhaupt das Individuelle vorzugsweise sich ausspricht, und demgemäß muß das Männchen überall da größer erscheinen, wo das Individualleben im Verhältniß zum Universalleben vorherrschend ist, also bei den höheren Thieren überhaupt; umgekehrt muß da, wo das Universalleben vorherrschend ist, also bei den niederen Thieren, das Weibchen im Allgemeinen das hinsichtlich der Größe prävalirende sein. Daß aber das Leben der niederen Thiere mehr eine universelle als individuelle Bedeutung habe, leuchtet schon daraus hervor, daß bei manchen derselben der eigentliche, entwickelte, reife Zustand im Verhältniß zum Zustande der Entwicklung oder Metamorphose kaum eine Bedeutung hat. So lebt die Ephemera, welche zwar mehre Jahre im unvollkommenen und unbestimmten Zustande der Kindheit zubrachte, nur wenige Stunden als vollkommenes Insect, und diese kurze Zeit ihrer Reife verwendet sie nicht etwa, um als Individuum zu wirken und zu schaffen, sondern — nur in universeller, bloß auf die Erhaltung der Artform, wovon sie einen Moment ausmacht, gerichteter Beziehung, d. i. um Nachkommen ins Dasein zu rufen.

2. Nach Textur. Das mehr Individuelle, also Männliche, charakterisirt sich auch durch schroffere Gegensätze und Begrenzungen im Innern. Dieser Gegensatz spricht sich zwischen flüssigen und festen Theilen überhaupt in der Art aus, daß beim Manne die festen, beim Weibe die flüssigen überwiegend sind; so beträgt z. B. das Skelet beim Manne $^{10}/_{100}$, beim Weibe nur $^{8}/_{100}$ des gesammten Körpergewichts; aber die Hirnschale ist im Verhältniß zum übrigen Skelet beim Weibe schwerer. Im Blute der Weiber herrschen mehr Wassergehalt und Eiweiß, in dem der Männer hingegen mehr Cruor, Faserstoff, Eisen- und Salztheile vor. Die festen Theile, als Haut, Knorpel, Sehnen, Muskeln und Zellgewebe sind beim Manne straffer, härter, derber, ebenso die Knochen, welche auch eckiger und rauher erscheinen und mit

stärker vorspringenden Fortsätzen versehen sind; hinsichtlich der Stärke der Knochen bezieht sich der geschlechtliche Unterschied hauptsächlich auf die Mittelstücke, indem die Gelenktheile bei beiden Geschlechtern von fast gleichem Umfange sind. Die männliche Haut ist bei weitem dicker, und in dem Thierreiche oft an einzelnen Stellen stärker entwickelt; so z. B. hat die männliche Phoca cristata einen an den Seiten des Mauls herabhängenden Kamm auf der Nase, und der männliche Puter einen sehr stark entwickelten und einer bedeutenden Anschwellung fähigen vorderen Stirnlappen, welche Fähigkeit dem kleinern Lappen der Truthenne mangelt. Von dem laxeren und copiöseren Zellgewebe hängt hauptsächlich die wellenartige Oberfläche des weiblichen Körpers ab; auch sind besonders wegen der größern Anhäufung dieses Gewebes im Parenchyma der Organe die Muskeln des Weibes verhältnißmäßig voluminöser als die des Mannes. Wegen der vorherrschenden Rigidität ist das männliche Geschlecht zu krankhaften Verknöcherungen und kalkigen Ablagerungen, wegen vorherrschenden Laxität das weibliche Geschlecht zu Schleimflüssen und Wassersuchten geneigter. Aus demselben Grunde ist auch der männliche Körper specifisch schwerer als der weibliche, und solches gilt sowohl vom Blute als von den festen Theilen. Das gesammte Körpergewicht ist nach Quetelet's Versuchen hinsichtlich der Geschlechter sehr verschieden; im Allgemeinen ist bei gleichem Alter das männliche Individuum bei weitem schwerer als das weibliche. So fand derselbe den neugeborenen Knaben 3,20, das neugeborene Mädchen 2,91 Kilogramme, im 10. Jahre jenen zu 24,52, dieses zu 23,52 Kilogramme, im 12. Jahre beide gleich, nämlich zu 29,82 K., im 20. J. den Mann zu 60,06, das Weib zu 52,28, im 40. J. jenen zu 63,67, dieses zu 55,23, im 60. J. jenen zu 61,64, dieses zu 54,30, im 80. J. jenen zu 57,83, dieses zu 49,37 K. — Aus der größern Geschmeidigkeit des weiblichen Baues kann es zum Theil erklärt werden, daß das weibliche Geschlecht fremde Klimate im Allgemeinen besser verträgt, als das männliche, und darin nicht so leicht und so stark ausartet als dieses.

3. In der Stärke. Die Muskelkraft ist beim Manne entschieden bedeutender als beim Weibe, theils weil die Muskelfasern rigider sind und, wegen des spärlicheren Zellgewebes, compacter liegen, theils aber auch wegen der energischern Nervenwirkung. Hierüber haben Quetelet's Versuche mit dem Dynamometer entscheidende Resultate geliefert. Im ausgewachsenen Zustande übertrifft das männliche Individuum das weibliche etwa um das Doppelte, in der Zeit der Pubertät um die Hälfte, in der Kindheit aber nur um $1/3$. Während die Bewegungen des Mannes mit mehr Kraft ausgeführt werden, werden die des Weibes mit mehr Grazie und Behendigkeit vollzogen; nur die Bewegung des Laufens ist beim weiblichen Geschlecht, wegen des breitern Beckens, des größern Abstandes der Oberschenkel und der Kürze der unteren Extremitäten, überhaupt unbeholfen und linkisch. Der Gang ist mehr schwankend und schwebend, und der Stand, besonders wegen der Kleinheit der Füße, unsicherer als beim Manne. — Auch in dem Thierreiche zeigt das männliche Geschlecht mehr Stärke als das weibliche, und sogar ist der Flug der kleinen Raubvogelmännchen kräftiger und rascher als der der bei weitem größeren Weibchen. Beim Phasianus Argus hat das Männchen doppelt so lange hintere Schwungfedern als das Weibchen. Männliche Hühnervögel streifen mit ihren Flügeln oft kräftig über den Erdboden her, und der Pfau- und Truthahn äußert eine große Kraft mit seinen Schwanzmuskeln, indem er den Schwanz radförmig ausspreizt, während man dergleichen bei den Weibchen nicht beobachtet. Ebenso sind die Tarsen bei den Männchen mehrer Vogelarten stärker als bei den

Weibchen. Nicht bei weiblichen wohl aber bei männlichen Tritonen entwickelt sich, besonders in der Begattungszeit, auf dem Rücken und an den Hinterbeinen die Haut flossenartig, und gestattet so diesen Thieren eine größere Sicherheit und Kraft in der Bewegung. Was die wirbellosen Thiere anbetrifft, so ist zwar manchmal die Bewegung der Männchen beschränkter als die der Weibchen, z. B. in dem bereits genannten Falle, wo das Männchen nach Art der Parasiten fortwährend auf dem Weibchen wohnt, meist aber ist das Männchen das kräftiger sich bewegende; so sind die Flügel mehrer Schmetterlingsmännchen, ausgedehnter als die der Weibchen, und alsdann noch zuweilen mit besonderen Nebenorganen, z. B. bei Locusten und einigen Dämmerungs- und Nachtschmetterlingen mit einem Apparat versehen, wodurch die Flügel in gehöriger Lage erhalten werden. — Das Bienenameisenweibchen und einige weibliche Gryllen sind sogar flügellos, und das Schildlausweibchen sitzt fast zeitlebens unbeweglich an einer Stelle, während das Männchen ziemlich lebhaft sich bewegt. Mehre Insectenmännchen zeichnen sich auch durch stärkere Füße aus; bei mehren Gryllenmännchen sind die Schienbeine der Vorderfüße stark angeschwollen; die Dityscusmännchen sind mit starken schwammigen Ballen an ihren Tarsen versehen. — Aber nicht allein zeigt sich die größere Stärke in der Bewegung überhaupt, sondern besonders noch in dem Kampfe mit dem Aeußern, sowie im Festhalten der Weibchen bei der Begattung. So sind beim männlichen Geschlecht oft besondere Angriffswaffen entwickelt. Die Hörner der Ziegen, Schafe und des Rindviehes sind beim Männchen ungleich größer und stärker als beim Weibchen, und fehlen letzteren bei weitem häufiger als ersteren; es giebe keine Antilopenart mit ungehörntem Männchen, aber eine ziemliche Anzahl mit hornlosen Weibchen; die Männchen sämmtlicher Hirscharten sind mit Geweihen versehen, aber nur bei einer in der Jetztwelt lebenden und einer ausgestorbenen Art, nämlich bei dem Rennthier und Riesenhirsch hat auch das Weibchen Geweihe; der weiblichen Giraffe fehlt der geweihartige Fortsatz auf der Stirnnath; nur das männliche Schnabelthier besitzt an seinem Hinterfuße einen starken Sporn. Bei denjenigen Vogelarten, welche mit Spornen versehen sind, hat das Weibchen eigentlich nur Rudimente derselben. Die Männchen mehrer Froscharten sind mit, besonders zur Begattungszeit sich entwickelnden Daumenwarzen versehen, um sich auf dem Weibchen festzuhalten. Beim männlichen Hirschkäfer sind die Oberkinnladen zangenförmig lang und als Angriffswaffe gestaltet, und bei vielen männlichen Krebsen die Scheeren verhältnißmäßig dicker und stärker. Nur dann, wenn gerade dem Weibchen ein Familienschutz besonders obliegt, stellt sich das entgegengesetzte Verhältniß heraus; so haben die weiblichen und Arbeitsbienen den Giftapparat mit dem verwundenden Stachel, und dabei in der Regel größere und stärkere Kiefer als die Männchen. In solchen Fällen ist auch der weibliche Körper noch wohl mit anderen eigenthümlichen Organen oder Einrichtungen versehen, welche sich entweder auf das Legegeschäft, oder auf den Schutz der Jungen beziehen; so finden wir den Korb und die Bürste am Hinterfuß der weiblichen und arbeitenden Bienen zum Eintragen des Wachses, die Legescheide mehrer weiblichen Orthopteren, den Legebohrer mehrer Hymenopteren u. s. w. zum Einsenken, die Eierfüße mehrer Krebsweibchen zum Anheften der Eier.

4. In Bezug auf Entwicklung und Lebensdauer. Daß das weibliche Individuum seine verschiedenen Lebensstufen rascher durchläuft, ist bekannte Thatsache, so daß sogar in manchen Ländern das Gesetz für dasselbe die Majorennität um mehre Jahre früher bestimmt hat, als für das männliche. Auch dieser Umstand läßt sich daraus erklären, daß in jenem das

Universelle, in diesem das Individuelle vorherrschender Lebenscharakter ist. Der Abstand zwischen der ersten Entstehung eines Organismus und seiner Reife ist im Allgemeinen um so bedeutender, auf einer je höheren Entwicklungsstufe in der Natur derselbe steht, der Organismus nimmt aber eine um so höhere Stufe ein, auf je mannigfaltigere Weise das Leben an und in ihm sich offenbart. Je entschiedener eine solche Mannigfaltigkeit sich ausspricht, desto mehr herrscht auch Individualität, je unbestimmter, desto mehr Universalität vor. Jede Mannigfaltigkeitsgestaltung ist aber eine Aeußerung, die nur durch Entwicklung des Lebens selbst hervortritt, und so ist es denn einleuchtend, daß das männliche Individuum zu seinen entschiedener sich aussprechenden Differenzirungen stärkere Verwandlungen zu bestehen hat, als das weibliche. Es beruht demnach die langsamere Entwicklung jenes auf demselben Grunde, weßhalb überhaupt bei den höheren Thieren, gegen die mehr niederen, und in den vorgerückteren Lebensperioden, gegen die höheren gerechnet, der Entwicklungsproceß langsamer vor sich geht. So wird denn, da für beide Geschlechter der Zeitraum ihres Aufenthalts im Uterus derselbe ist, das weibliche Kind verhältnißmäßig reifer geboren, als das männliche. — Jenes ist schlanker, zierlicher, proportionirter; dieses plumper, unförmlicher, aber größer, — besonders zeichnen sich Mund, Nase, Hände und Füße durch Größe aus; die Stimme ist stärker und rauher und der Saugeact wird mit viel mehr Kraft vollführt. Das Mädchen zeigt früher Aufmerksamkeit, es fängt früher an zu lächeln, lernt früher sprechen und gehen, auch stellt sich bei ihm Zahn-Ausbruch und Wechsel zeitiger ein; es wird gelehriger, hat ein besseres Auffassungsvermögen und richtigeres Urtheil; es bleibt mehr sanft, nimmt wenig Theil an dem rauheren Wesen und Spiele des Knaben und hat bei weitem weniger Eßlust als dieser. In der Zeit der Pubertät, wenn sich die Geschlechtsfunction zu entwickeln beginnt, prägt sich diese im männlichen Individuo schroffer und bestimmter aus als im weiblichen, und eigentlich beginnt erst von dieser Zeit an die Haut, Muskel- und Sehnenfaser, das Zellgewebe u. s. w. die dem männlichen Geschlecht eigene Starrheit zu verrathen, besonders wird jetzt Kehlkopf und Stimme charakteristisch. Die Stimmritze, welche beim Knaben noch kurz vor der Pubertät 5 Linien lang und 1½ weit ist, kann mit der Pubertät, also etwa in Verlauf eines Jahres um das Doppelte an Länge und Weite zunehmen, während sie beim weiblichen Individuo in dieser Zeit kaum merklich sich verändert, und bei der Jungfrau überhaupt eine Länge von 7 Linien eben nicht überschreitet. Auch wird erst von jetzt an der Thorax des männlichen Individuums entschieden umfangreicher und der Bauch des weiblichen merklich länger. — Jedoch sind alle diese Charaktere, welche sich jetzt entschiedener aussprechen schon in früheren Zeiten, und zum Theil auch während des Fötuslebens, schwach ausgeprägt und bei genauerer Betrachtung unverkennbar. — Im Allgemeinen ist beim weiblichen Geschlecht das Leben dauerhafter als beim männlichen; solches zeigt sich in der Art, daß, obwohl mehr Knaben als Mädchen geboren werden, und zwar in dem ungefähren Verhältniß von 105 : 100, dennoch bei allgemeinen Volkszählungen mehr weibliche als männliche Individuen sich herausstellen, und zwar in dem ungefähren Verhältniß wie 110 : 100. Ein solches Mißverhältniß hat man in äußeren Umständen, z. B. in übermäßigen Anstrengungen des männlichen Geschlechts bei den Arbeiten, in der großen Lebensgefahr, womit diese oft verbunden sind, in den Extremen der Leidenschaften u. dgl. gesucht, es aber doch bei genauerer Betrachtung nicht finden können. Vielmehr möchte dasselbe aus dem numerischen Uebergewicht des weiblichen Geschlechts in der Natur überhaupt zu erklären sein, welches Ueber-

gewicht auch noch in der Menschheit, wo die Individualität zur höchst möglichen Bedeutung gelangt ist, sich geltend macht, aber nur in ganz schwachem Grade und nicht einmal in allen Zeiten des Menschenlebens, namentlich nicht in den frühesten, wie das obige Verhältniß der Neugebornen, und ebensowenig in den spätesten, wie die Extreme des hohen Alters, beweisen. Die größere oder geringere Dauerhaftigkeit der Geschlechter nach den verschiedenen Lebensaltern ist so, daß die Sterblichkeit bei der Geburt, und dann noch in dem Alter bis zum 7., ferner vom 15. bis zum 30., dann wieder vom 45. bis zum 55. Jahre beim männlichen, hingegen vom 7. bis zum 15., und vom 30. bis zum 45. Jahre beim weiblichen Geschlechte größer ist. Im Allgemeinen werden mehr Weiber als Männer alt — auf 100 Männer über 100 Jahre kommen 155 Weiber; jedoch betreffen die Beispiele eines sehr hohen Alters, vom 120. bis 180. Jahre, fast ausschließlich das männliche Geschlecht. — Was den Uebergang vom Leben zum Tode betrifft, so stellt sich derselbe im Allgemeinen um so schroffer heraus, je schroffer oder individueller sich das Leben überhaupt gestaltet hat, und dieses ist der Grund, weßhalb die Charaktere des hohen Alters, namentlich die Erscheinungen des Marasmus senilis beim Weibe bei weitem weniger merklich sind als beim Manne; — aus demselben Grunde ist hier der Todeskampf viel heftiger als dort.

5. Hinsichtlich der einzelnen Functionen. Die Annahme, das Weib sei als Repräsentant des vegetativen Lebens zu betrachten wird durch die im Manne vorwaltend entwickelten, sogenannten vegetativen Functionen widerlegt. Man kann nur sagen, im weiblichen Geschlecht herrsche eine mehr luxuriöse Vegetation, im männlichen dagegen eine kräftigere, woher denn nicht nur die stärkere Rigidität im Baue dieses, sondern auch der Umstand erklärlich ist, daß dasselbe wegen seiner individuellen und energischen Production viel seltener als das weibliche, Afterorganisationen, als Scirrhen, Tuberkeln, und sogar auch die eigentlichen Entozoen, aufkommen läßt. — Was die Verdauung betrifft, so äußert sich schon die Neigung Nahrung aufzunehmen, nämlich Hunger und Durst, beim Manne viel reger und dringender, als beim Weibe; dieses kann daher Hunger und Durst besser ertragen, als jener und widersteht dem Hungertode viel länger. Wenn auch Beispiele eines freiwilligen Verhungerns beim männlichen Geschlechte nicht gänzlich fehlen, so sind sie doch so selten, daß sie in Vergleich mit dem weiblichen Geschlecht kaum in Betracht kommen, umgekehrt sind die Beispiele von Völlerei und Freßsucht fast nur bei Männern beobachtet worden. Der gesammte Verdauungsapparat ist beim männlichen Geschlecht größer als beim weiblichen; zwar erscheint die Bauchhöhle bei letzterm länger und nach unten, wo die Geschlechtswerkzeuge liegen, weiter, aber bei ersterm ist sie in ihrer obern Hälfte, besonders da, wo Magen und Leber liegen, geräumiger. Die Zähne des Mannes sind größer, breiter, entsprechend der geräumigern größern Mundhöhle und dem breitern und höhern Unterkiefer. Dem Weibe fehlen häufiger die Weisheitszähne als dem Manne, und öfters ist es bei jenem als bei diesem der Fall, daß Milchzähne stehen bleiben und nicht durch andere ersetzt werden. Auch bei Thierweibchen sind die Zähne im Allgemeinen kleiner als bei den Männchen, und es kommt oft vor, daß letzteres mehr Zähne hat als das Weibchen, nicht aber umgekehrt. Die Zunge ist breiter und dicker, Schlund und Speiseröhre derber; der Magen größer und mit dickeren Wänden versehen, woher denn auch das Bedürfniß, eine größere Quantität von Nahrung auf einmal einzunehmen. Der Dünndarm ist weiter, aber verhältnißmäßig kürzer; der Dickdarm enger; die Muskelthätigkeit des Magens und Darmkanals stärker

und reger, weßhalb auch der Stuhlgang häufiger erfolgt. Leber, Milz und Pancreas sind größer. Dagegen sind beim weiblichen Geschlecht die Chylusgefäße zahlreicher und deren Auffaugungsvermögen reger, weßhalb die Verdauung rascher von statten geht, und der Koth der Weiber trockner, als der der Männer erscheint.

Die Respiration ist beim männlichen Geschlecht entschieden energischer, und sämmtliche dieser Function vorstehende Organe scheinen im ausgedehntern Maße entwickelt. Nebst den Kiefern ist besonders die Nase derjenige Theil, wodurch dem Gesichte der beiden Geschlechter der Hauptcharakter mitgetheilt wird, und sogar in dem Falle, daß die Nase eines Mannes und eines Weibes gleichen Umfang hat, unterscheidet sich die männliche doch durch größere und geräumigere Nasenlöcher. Dem entsprechend ist der Rachen geräumiger, Zungenbein größer, Kehlkopf weiter, niedriger gestellt und stärker vor dem Halse vorspringend, die Stimmritze länger und weiter, die beiden Hälften des Schildknorpels unter spitzerm Winkel zusammenstoßend, die Schilddrüse kleiner, die Luftröhre weiter aber kürzer und mit weniger Ringen versehen; der Thorax ist geräumiger und der Hauptrespirationsmuskel, das Zwerchfell, größer und nicht so hoch in die Brusthöhle hinein gewölbt, indem es sich mit seinem vordern Zipfel an den Knorpel der 7., — beim Weibe an den der 6. Rippe befestigt; aber der weibliche Thorax ist beweglicher und ausdehnbarer, indem die Rippenknorpel nicht allein dünner und biegsamer, sondern auch verhältnißmäßig länger sind. Die männlichen Lungen sind größer und liegen, wegen der stärkern Wölbung der Brust, mehr nach vorn, die weiblichen hingegen, wegen der stärkern Biegung der hintern Rippenextremitäten, mehr nach hinten. Ex- und Respiration erfolgen beim Manne langsamer, aber tiefer, und ähnlich wie wir bei ihm ein größeres Nahrungsbedürfniß wahrnehmen, so auch einen größern Respirationstrieb; er verzehrt mehr Sauerstoff, er fordert eine reinere Luft, und stirbt schneller an Erstickung als das Weib, wie denn Carus beobachtet hat, daß sogar männliche Embryonen häufiger in Asphyxie verfallen und schwerer daraus zu erwecken sind, als weibliche. Wegen der stärkern Entwicklung der gesammten Respirationsorgane ist beim Manne auch die Stimme stärker und tiefer, aber auch veränderlicher, woher es denn mit rühren mag, daß Männer häufiger stottern als Weiber, und zwar in dem ungefähren Verhältnisse von 8 : 1. Entschieden ist auch bei den männlichen Thieren die Respiration bedeutender, und namentlich zeichnen sich besonders mehrere Vogelmännchen vor ihren Weibchen durch besondere Entwicklung der Luftröhre nebst ihren Muskeln, durch besondere Anschwellungen und Erweiterungen jener, aus; männliche Batrachier haben oft eine besondere Schallblase; nur die männlichen Cigalen haben vorn unter dem Hinterleibe einen besondern Stimmapparat, und nur die männlichen Locusten können mittelst ihrer Flügel eine Stimme von sich geben, während die Weibchen ganz stumm sind.

Die Circulation ist beim Manne langsamer und weniger veränderlich, dafür wird aber eine stärkere Blutwelle durch die Adern getrieben. Das Herz ist in allen seinen Verhältnissen größer, mit dickeren Wänden und geräumigeren Höhlen; auch sind die Gefäße, besonders Aorta und Lungenarterien weiter und dickwandiger, — jedoch haben die Gefäße der Geschlechtstheile bei dem weiblichen Geschlecht ein entschiedenes Uebergewicht. Weil bei Weibern die Gefäßwandungen dünner und nachgiebiger sind, scheint das Blut auch mehr durch dieselben hindurch, weßhalb denn die Hautfarbe schöner röthlich ist; jene Wandungen sind aber auch weniger im Stande, einem andringenden Blutstrome Widerstand zu leisten, weßhalb das weibliche Geschlecht zu krankhaften

Gefäßausdehnungen, namentlich zu solchen der Venen bei weitem mehr geneigt ist, als das männliche; — daher auch bei jenen mehr Neigung zu Blutungen, namentlich aus den Lungen, dem Magen, besonders aber aus dem Uterus.

Die Sanguification geht beim Manne kräftiger von statten, indem die charakteristischen Blutbestandtheile, Cruor und Faserstoff, entschieden in seinem Blute vorwalten. Dafür geht aber beim Weibe dieser Proceß, sowie die Chylusbildung rascher vor sich, und aus diesem Grunde erträgt dasselbe große Blutverlüste besser als der Mann, und ersetzt auch die verlorne Blutquantität viel rascher. Daher wirkt ein großer Blutverlust auf das männliche Geschlecht bei weitem schwächender, und läßt häufigere und dauerndere Folgen zurück; so ist denn auch die Prognose der Meläna beim Mann viel ungünstiger als beim Weibe, hingegen ist wegen des energischern Sanguificationsprocesses die Bleichsucht beim männlichen Geschlecht sehr selten, während sie beim weiblichen eine so alltägliche Erscheinung ist, wie denn umgekehrt die sogenannte Bluterkrankheit als fast ausschließliches Eigenthum des männlichen Geschlechts erscheint.

Aehnlich wie mit der Blutbereitung verhält es sich auch mit der Ernährung; sie geht beim männlichen Geschlecht langsamer, dafür aber kräftiger vor sich. Dieses Geschlecht erfordert demnach auch mehr Nahrungsstoff; bei derselben Nahrungs-Qualität und verhältnißmäßigen Quantität ernährt sich das weibliche Geschlecht besser, wie man solches in Jahren des Mißwachses und Mangels gefunden hat; auch ist ein weibliches Thier schneller und wohlfeiler zu mästen, als ein männliches. Damit steht das raschere Wachsthum, sowie die raschere Aufeinanderfolge der verschiedenen Lebensperioden beim weiblichen Geschlechte in Einklang.

Was die Secretionen betrifft, so sind die dadurch gebildeten Stoffe beim männlichen Geschlecht im Allgemeinen concentrirter, und zwar weil die Absonderung im Verhältniß zur Bildung steht, und in demselben Maße charakteristischer und complicirter erscheint, als die Bildung energischer und eigenthümlicher von statten geht. Beim weiblichen Geschlecht ist die Absonderung des Fettes, so wie die mit der Geschlechtsfunction in directer Beziehung stehenden Stoffe, namentlich der Milch, des Genitalienschleimes copiöser: aber dennoch erscheinen dergleichen Secretionsstoffe oft indifferenter als beim Manne, — indem dort sowohl das Fett blasser, minder consistent, milder schmeckend ist, als auch die Genitalsecretionen weniger durch eigenthümlichen Geruch sich auszeichnen. Hingegen sind beim Manne die übrigen Absonderungen, sowohl diejenigen, welche zur Assimilation dienen, als auch solche, welche als Hauptaussonderungen sich darstellen, vermehrt; namentlich die Lungenexhalation, die Galle, der Harn. So ist denn auch die Niere, Harnblase größer, und trotzdem ein größeres und häufigeres Bedürfniß den Harn zu lassen; der Harn bildet einen stärkern Niederschlag, enthält mehr Salztheile, — wie denn auch im Blute des Mannes der Salzgehalt vorherrschend ist, — hat größere Neigung zur Steinbildung und ein dunkleres Ansehen. Ebenso verhält es sich mit der Hautabsonderungsthätigkeit; sowohl die Schweiß- als auch die Smegmaabsonderung ist reichlicher, und diese Stoffe haben einen stärkern Geruch. Die Moschussecretion kommt nur beim männlichen Moschusthier vor; der männliche Biber liefert mehr und stärkeres Bibergeil, als der weibliche; ähnlich verhält es sich mit den Zibeththieren; auch liefert beim männlichen Bisamschweine die Rückendrüse mehr und stärker riechenden Bisam als beim weiblichen, und ebenso verhält es sich mit der Schläfendrüse des Elephanten. Sogenannte schwi-

tzende Füße verbreiten beim männlichen Geschlecht einen viel stärkern Geruch, als beim weiblichen. Ganz besonders ist die Hornstoffabsonderung beim männlichen Geschlechte vorwaltend; die Epidermis ist dicker. Die Nägel sind beim Weibe weißer und durchsichtiger, dünner und biegsamer als beim Manne; die Haare weicher, und mit Ausnahme der des Hauptes, kürzer, spärlicher und geschmeidiger, — ja sogar fehlen sie an Backen, Mund, Kinn, an äußerer Seite der Arme, an äußerer und vorderer Seite der Ober- und Unterschenkel, auf Brust, sowie am Perinäum und um den After herum fast gänzlich, oder sind an diesen Stellen nur rudimentär. — Ganz besonders spricht sich bei den Thieren, vorzüglich bei den Vögeln, die Hornstoffbildung als Geschlechtseigenthümlichkeit aus. Der Löwin und der weiblichen Phoca jubata fehlt die Mähne, bei der Ziege ist der Bart nur klein, während derselbe beim Bocke sehr stark entwickelt ist; die Hörner sind im männlichen Geschlecht größer als im weiblichen, und fehlen hier gar oft. — Das Gefieder des männlichen Vogels hat eine gesättigtere Farbe als das des weiblichen, oft prunkt es dort mit dem schönsten Farbenschiller, während es hier einfarbig erscheint. Beim Männchen sind oft an einzelnen Körpertheilen, hauptsächlich auf dem Kopfe und Schwanze die Federn excessiv entwickelt, z. B. die Federbusch- und Schwanzdeckfedern des männlichen Pfau; manchmal ist eine eigenthümliche Befiederung des Männchen nur temporär, z. B. der Schopf und Kragen des Kampfhahns, der nur im Sommer vorhanden ist, im Herbst und Winter fehlt. Bei der männlichen Trappe sitzen starke Bartborsten zu den Seiten des Unterkiefers und beim Truthahn befindet sich ein starker Borstenpinsel auf der Brust, — weder das Trappenweibchen, noch die Truthenne zeigen eine Spur davon. Sogar sind die Insectenmännchen oft haariger, z. B. die Füße mehrer männlichen Lepidopteren und Hymenopteren mit starken Haaren oder Borsten besetzt. Auch in der Spornbildung offenbart sich eine stärkere Hornbildung. — Bei mehren Eidechsen ist das Männchen schöner gefärbt als das Weibchen und sogar auch bei Fischen ist solches oft der Fall, doch soll bei Syngnathus Ophidia das Weibchen schöner gefärbt sein. — Der Grund einer stärkern Hautabsonderungsthätigkeit beim männlichen Geschlecht erklärt sich wieder aus der vorherrschend individuellen Natur gerade dieses Geschlechts; es wird dadurch eine bestimmtere und schroffere äußere Begrenzung bezweckt, und solches zeigt sich sowohl in der defensiven Tendenz des Hornstoffgebildes, da wo es als Epidermis, als Haar erscheint, als auch in der offensiven, da wo es als Angriffswaffe, als Kralle, Sporn, Horn, sich gestaltet.

Das Nervensystem verhält sich bei den verschiedenen Geschlechtern in mancher Hinsicht verschieden. Zunächst hat eine genauere Untersuchung ergeben, daß der weibliche Kopf und namentlich auch das Gehirn zwar nicht absolut, aber doch im Verhältniß zum übrigen Körper etwas bedeutender ist, als der männliche; ferner, daß beim Weibe das Gehirn im Verhältniß zu den Nerven bedeutender ist als beim Manne, — demnach sind auch Schädelhöhle und Wirbelkanal geräumiger, und die Löcher zum Durchgang der Hirnnerven enger; — Geruchs- und Sehnerv machen eine Ausnahme und sind verhältnißmäßig stärker. Auch hat das Weib mehr Rückenmark und demgemäß einen größern Wirbelkanal; dabei sind aber auch gleichzeitig die Rückenmarksnerven, namentlich die der Rücken- und Lendengegend stärker und die zum Durchgang derselben bestimmten Löcher geräumiger; besonders stark erscheint das Beckengeflecht, — fast doppelt so stark als beim Manne, — sowie das obere Gekröse- und Grimmdarmgekrösgeflecht. Hinsichtlich der einzelnen Hirnpartieen erscheint beim Weibe der Hirnstamm kleiner, die Schädelbasis also enger, weß-

halb denn auch die Nervenursprünge einander näher stehen, aber der Hirnmantel ist größer, ebenso die Zirbeldrüse. Von den Hirnlappen sind beim Weibe die hinteren, beim Manne die vorderen und unteren bedeutender, — daher bei diesem das Vorderhaupt höher und breiter, bei jenem das Hinterhaupt im obern Theile des Hinterhauptsbeins und im hintern Theile der Scheitelbeine stärker vorragend. Ueberhaupt aber ist beim Weibe Hirn und Schädel mehr gerundet, und selten oder nicht mit so bedeutenden einzelnen Hervorragungen und Vertiefungen versehen, als beim Manne. Dabei ist das weibliche Gehirn blutärmer, indem die Arterien kleiner und die zum Durchgang derselben bestimmten Schädellöcher enger sind; demgemäß hat man auch bemerkt, daß Hirnentzündungen beim weiblichen Geschlechte bei weitem seltener vorkommen, als beim männlichen. Im Allgemeinen ist das Nervensystem beim weiblichen Geschlecht viel reizbarer als beim männlichen, und daher ist es zu erklären, daß manche Nervenkrankheiten als Hysterie, Veitstanz und Katalepsis jenem fast eigenthümlich, andere, namentlich Epilepsie, Keichhusten, Ohnmachten, bei ihm verhältnißmäßig viel häufiger sind.

Die äußeren Sinne scheinen beim männlichen Geschlecht mehr entwickelt. Das Auge ist größer, vorragender, die Orbita geräumiger, die Augenbrauen stärker, buschiger; der äußere Gehörgang weiter, mehr trichterförmig, — hingegen beim Weibe mehr cylindrisch, — das äußere Ohr dicker, länger und breiter; die Nase geräumiger und ebenso die Anhangshöhlen, als Stirn-, Keilbein-, Siebbein- und Oberkieferhöhlen; die Zunge dicker, breiter; die Fingerspitzen breiter und stumpfer. In dem Thierreiche ist ein solches Vorwalten der äußeren Sinne beim männlichen Geschlecht oft sehr grell ausgedrückt. Bei den Ameisen sind die Augen der Männchen sehr groß, die der Weibchen klein, bei den Mutillen fehlen noch dazu den Weibchen die Nebenaugen gänzlich, bei Cancer gammarus galba (Hyperia) sind die Augen bei den Männchen so groß, daß sie zusammenstoßen, beim Weibchen hingegen bleiben sie getrennt. Die Antennen sind bei den Insectenweibchen oft eigenthümlich gestaltet, kürzer, manchmal aber auch länger, dann aber dünner, haben oft weniger Glieder oder Blätter. Bei mehren männlichen Arachniden sind die Palpen im Verhältniß zu denen der Weibchen so stark entwickelt, daß selbige von Manchen als Sitz der männlichen Genitalien betrachtet wurden. — Im Allgemeinen kann angenommen werden, daß das Gemeingefühl weit reger beim weiblichen Geschlecht, die Energie der eigentlichen Sinne aber beim männlichen stärker ist.

Was nun die Seele betrifft, so giebt es überall keine Aeußerungsform derselben, welche entweder dem Manne oder dem Weibe eigenthümlich, und nicht vielmehr beiden gemeinschaftlich, wäre; aber wohl zeigen auch die psychischen Aeußerungen bestimmte geschlechtliche Charaktere, und zwar derartig, daß in denselben beim männlichen Geschlecht ein vorzugsweise individueller, beim weiblichen ein vorherrschend universeller Grundtypus zu erkennen ist. Zunächst ergiebt sich bei genauerer Betrachtung, daß auch in psychischer Hinsicht die weiblichen Individuen einander viel ähnlicher sind als die männlichen, wie solches hinsichtlich der Körpergröße der Fall war. Entsprechend dem mehr universellen Charakter im Weibe, ist die Empfindung in ihm vorherrschend, — das Weib ist mehr fühlendes Wesen; beim Manne herrscht hingegen, wegen seiner größern Individualität, die Reaction vor, — er ist mehr denkendes Wesen. Die Nerven werden beim Weibe schon durch schwache Reize verhältnißmäßig stark erregt, und eine solche Erregung zieht leicht den übrigen Organismus in Mitleidenschaft. Der Mann wirkt hingegen vermöge seiner vor-

herrschenden Individualität stärker in bestimmter Richtung auf den Reiz zurück, er beschränkt ihn mehr durch eigene Reaction, assimilirt ihn demgemäß auch kräftiger, während beim Weibe, da die Reaction bei ihm nicht die gehörige Energie besitzt, der Eindruck schneller verschwindet: Das ist der Grund, weßhalb das Weib seine Schmerzensempfindungen im Allgemeinen weniger stark äußert als der Mann, so daß es den Anschein hat, als könne es Schmerzen an und für sich besser ertragen. Wie das Weib größere Empfänglichkeit für Eindrücke hat, nimmt es auch leichter Etwas in das Gedächtniß auf, aber das Gedächtniß ist bei ihm weniger treu, da das demselben Ueberlieferte, wegen verhältnißmäßig schwächerer Reaction, weniger assimilirt ist. Wegen der großen Regsamkeit hat das Weib viel Phantasie, aber dem Producte derselben fehlt, wegen zurückstehender Energie, die Kühnheit. Aus demselben Grunde ist das Urtheil rasch, die Unterscheidung dringt jedoch verhältnißmäßig weniger in die Tiefe, weßhalb das Weib guten und klaren Verstand hat, aber zu abstracten und metaphysischen Forschungen wenig geeignet und geneigt ist. Gemäß der Universalität ist beim Weibe die Sympathie, die Liebe, vorherrschend, beim Manne hingegen, wegen vorwaltender Individualität, der Antagonismus, der Haß, — und so ist denn jenes mitleidiger, mildthätiger, es ist sittlicher und religiöser, als der mehr rauhe, oft hartherzige, Alles vorzugsweise nach seinem Ich zu bemessen geneigte Mann. Er ist fest und beständig, sein Muth kühn und sein Entschluß bestimmt; er schwingt sich über das Kleinliche empor, hat weniger Eitelkeit als Stolz, und letzteres bezieht sich hauptsächlich auf sein Handeln und Schaffen; einem Freunde kann er Alles opfern. Der Charakter des Weibes ist mehr wankend, der Entschluß jedoch oft rascher; in Leiden ist es in der Regel gefaßter, und duldet im Allgemeinen die äußersten Drangsale und Widerwärtigkeiten mit größerer Standhaftigkeit als der Mann. Alles was das Gemüth hauptsächlich in Anspruch nimmt, wirkt vorzugsweise auf das Weib ein, und dadurch kann es zur größten Selbstverleugnung getrieben werden; aber so viel als möglich kehrt es alle Dinge zum besten, geräth deßhalb weniger in Verzweiflung, und verfällt weniger mit seiner Umgebung und mit sich selbst, — daher ist denn auch der Selbstmord bei diesem Geschlechte seltener als bei dem männlichen, und zwar im Verhältnisse von 1 : 3. Das Wesen des Weibes ist Liebe, aber weniger zum eigenen, als vielmehr zum andern Geschlechte und zu den hülfsbedürftigsten und zartesten Kleinen. Seine Tugend ist Unschuld der Seele und Reinheit des Herzens; innige Theilnahme und Mitleid seine Zierde.

Hiernach wäre denn nun auch die allgemeine Bestimmung der Geschlechter für das äußere Leben überhaupt zu beurtheilen. Soviel ist unzweifelhaft, daß die Bestimmung beider dieselbe ist, und daß beide dasselbe Ziel verfolgen; auch giebt es keinen Zweck, welcher dem einen oder andern Geschlechte ausschließlich eigen wäre. Aber das Ziel wird von jedem Geschlechte in eigenthümlicher Weise erstrebt. Fortpflanzung ist nur durch Cooperation beider möglich, jedoch hat an dieser Operation das weibliche Geschlecht unverkennbar mehr Antheil als das männliche. Zur zweckmäßigen Erziehung der Nachkommenschaft sollen beide gemeinschaftlich wirken, — aber unverkennbar wirkt in dieser Hinsicht das weibliche um so mehr, je mehr die Nachkommenschaft noch ihrem Ursprunge nahe steht. Das eigentliche Familienleben beruht auf gegenseitiger Unterstützung beider, sowohl in Bezug auf sich selbst, als auch in Betreff ihrer Nachkommenschaft, — aber unleugbar liegt dem Weibe die speciellere Sorgfalt für die Familienglieder ob, während der Mann mehr für die Familie als Ganzes sorgt. Dieser schafft gemäß seinem größern Wirkungsver-

mögen und Individualität für die Familie Sicherheit, Schutz und Subsistenzmittel, während jenes solche passend und verhältnißmäßig verwendet. Während so das Weib hauptsächlich das innere Familienverhältniß begründet, der Mann mehr das äußere, ist er zugleich das Verbindungsglied zwischen Familie und Familie, er hauptsächlich begründet den Staat. Von diesen Gesichtspunkten aus steht nun sowohl die Ansicht Derer zu erwägen, welche hinsichtlich der allgemeinen äußern Bestimmung die beiden Geschlechter zu weit auseinander hielten und meinten, das Weib dürfe sich nur in niederen Sphären bewegen, — sein einziges Ziel sei Erzielung der Nachkommenschaft und Besorgung von Küche und Keller, — als auch die Meinung Derjenigen zu würdigen, welche in vollem Ernst behaupteten, das Weib müsse ebenso und ganz zu gleichen Geschäften und Arbeiten erzogen werden, als der Mann. Die Geschichte besagt, daß in Künsten und Wissenschaften das ausgezeichnete Weib es nie soweit brachte, als der ausgezeichnete Mann; indeß beurkundet sie doch aber auch, daß schon manches Weib in den verschiedensten Zweigen derselben Schönes und Ausgezeichnetes geleistet hat. Schwierig bleibt es jedenfalls, thatsächlich zu entscheiden, in welchem allgemeinen Verhältniß die Leistungen der Männer und Weiber in genannter Beziehung zu einander stehen, da zwischen den den Künsten und Wissenschaften sich widmenden Männern und Weibern ein großes numerisches Mißverhältniß obwaltet, indem der Knabe und Jüngling ernstlich zu den Künsten und Wissenschaften angetrieben, das Mädchen aber die Küche und das Hauswesen zu seinem Universum zu machen, ermahnt wird. Soviel ist gewiß, daß der Mann nicht nur mehr Kraft besitzt, für das Aeußere zu wirken, sondern daß er auch seiner Natur gemäß ununterbrochen seine Wirksamkeit äußern kann, — während das Weib durch Menstrualfluß, Schwangerschaft, Wochenbett, Säugegeschäft, auf längere Zeit an wirklichen, ernsthaften geistigen oder sehr angreifenden körperlichen Beschäftigungen, verhindert wird. Demgemäß ist das Weib mehr für das geschlechtliche Verhältniß, und für das damit in nächster Beziehung stehende Familienleben bestimmt, wozu es wegen der sein ganzes Wesen beseelenden Liebe auch vorzüglich sich eignet, — wie besonders sein ganzes Benehmen, seine Geschicklichkeit, Manierlichkeit, Aufmerksamkeit und Beharrlichkeit in der Krankenpflege und ähnlichen Verhältnissen beurkundet. Dabei bleibt es aber Wahrheit, daß, je gebildeter, je mehr geistig cultivirt das Weib ist, selbiges, wenn es dabei seine Kräfte nicht aufs Spiel gesetzt, und seine eigentliche und Hauptbestimmung nicht verkannt hat, desto besser die Erziehung der Kinder, sowie das Haus- und Familienwesen zu leiten im Stande sein wird. Sogar muß die Wichtigkeit der geistigen Cultur des weiblichen Geschlechtes bei der Zeugung und Fortpflanzung hoch in Anschlag gebracht werden, indem es Thatsache ist, daß die Kinder in psychischer Hinsicht im Allgemeinen mehr der Mutter als dem Vater nacharten, wie solches auch die Nachkommenschaft dressirter Thiere beweiset. Nur das auch in geistiger Hinsicht gehörig entwickelte Weib wird seinen eigentlichen Beruf erkennen und denselben im Bewußtsein seiner edeln und erhabenen Bedeutung erfüllen, was von dem uncultivirten, oft bloß nach Instinkt, und bei obwaltenden Widerwärtigkeiten des Lebens, gar häufig nur aus Zwang geschieht. — Entfernt sich aber das weibliche Geschlecht von seiner eigentlichen Bestimmung, so hat es durch Schwächlichkeit und Kränklichkeit dafür zu büßen. So sucht namentlich Esquirol den Umstand, daß das Verhältniß der Geisteskrankheiten beim weiblichen Geschlecht gegen das männliche, in Frankreich weit stärker ist, als in den meisten anderen Ländern (indem sich vom J. 1807—1812 in mehren Hospitälern auf 448 geisteskranke Männer 700 geisteskranke Frauen fanden,

während in manchen anderen Ländern das Verhältniß sich gleich bleibt, oder wohl gar stärker auf die Seite der Männer überschwankt) hauptsächlich in der schlechten Erziehung der jungen Mädchen, im Lesen der Romane, in frühreifen Wünschen, in Phantasiegemälden, die sie nirgends finden, im Besuch der Schauspielhäuser, der geselligen Zirkel, im Mißbrauch der Musik und in der Unthätigkeit. — Eine gehörige und passende Ausbildung des Geistes bei entsprechender Entwicklung des Körpers hat aber nie Nachtheil gebracht, — und so ist denn auch der Culturzustand des Weibes und das Ansehen, welches das weibliche Geschlecht überhaupt sich erworben hat, zum Maßstab des Culturzustandes der Völker und Volksklassen geworden. Der nur für Jagd und Krieg Interesse habende Wilde gebraucht das Weib als Lastthier, dasselbe hat durch dieses sklavische Leben den Charakter wahrer Weiblichkeit und weiblicher Schönheit eingebüßt, weßhalb denn auch fast durchgängig die Weiber der Wilden häßlicher sind als ihre Männer.

Literatur.

K. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, Bd. 1, 2. Aufl. Leipz. 1836. — (W. v. Humboldt). Ueber den Geschlechtsunterschied und dessen Einfluß auf die organische Natur, in Schiller's Horen Bd. 1, Hft. 2. — (Derselbe). Ueber die männliche und weibliche Form. Daselbst. Hft. 3. — Troxler, Hermaphrodite, in seinen Versuchen in der organischen Physik, Jena 1804. 8. — M. Sebiz, de discrimine corporis virilis et muliebris. Argent. 1649. 4. — F. Thierry, an praeter genitalia sexus inter se discrepant? Par. 1750. 4. — J. F. Ackermann, über die körperliche Verschiedenheit des Mannes vom Weibe außer den Geschlechtstheilen, aus dem Lat. übers. von J. Wenzel. Mainz 1788. 8. — Ad. F. Nolte, diss. sistens momenta quaedam circa sexus differentiam. Gotting. 1788. 8. — Ch. Meiners, Geschichte des weiblichen Geschlechts. Hannover. 1788—1800. 8. — C. Metzger, momenta quaedam ad animalium differentiam sexualem praeter genitalia. Regiom. 1797. 8. — W. Russel, Physiologie des weiblichen Geschlechts, aus dem Engl. übers. von C. F. Michaelis, Berl. 1797. 8. — J. H. F. Autenrieth, Bemerkungen über die Verschiedenheit beider Geschlechter und ihrer Zeugungsorgane, in Reil's Archiv für Physiologie. Bd. 7. — I. C. Moreau de la Sarthe, histoire naturelle de la Femme. Par. 1808. 8. (bearbeitet von Rink und Leuke. Leipz. 1810. 8.) — K. A. Rudolphi, Beiträge zur Anthropologie und allg. Naturgeschichte. Berl. 1812. 8. — L. Leo, Observationes de sexuum praeter genitalia differentia. Regiom. 1815. 8. — J. F. Meckel, System der vergl. Anatomie. (Bd. 1. Geschlechtsverschiedenheiten) Halle 1821. 8. — L. J. C. Mende, Ausführliches Handbuch der gerichtlichen Medizin. Bd. 4. Leipzg. 1826. 8. — C. F. Schmidt-Phiseldeck, das Menschengeschlecht auf seinem gegenwärtigen Standpunkte. Kopenhag. 1827. 8. — Ch. Giron de Buzareingues, über Volumverhältnisse der beiden Geschlechter im Thierreich, in Froriep's Notizen. Bd. 23. Nro. 6. — W. Adam, über männl. und weibl. Skelett in London and Edinburgh philos. Journal. 1833. A. Quetelet, sur l'homme et le dévéloppement de ses facultés. Un essai de physique sociale. 2 Vol. Bruxell. 1836. 8. Außerdem aber noch die entsprechenden Artikel in den verschiedenen Hand-, Lehr- und Wörterbüchern der Naturgeschichte, Physiologie, Anatomie und Medizin.

A. A. Berthold.

Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers *).

Gewebe nennt man diejenigen anatomischen Elementartheile des thierischen Körpers, welche durch ihre gleichartige oder ungleichartige Aneinanderfügung die Organe der Pflanzen, der Thiere und des Menschen zusammensetzen. Bei dieser vagen Begriffsbestimmung können sie entweder die letzten

*) Ich glaube es dem Leser schuldig zu sein, hier kurz den Plan andeuten zu müssen, nach welchem ich den folgenden Artikel ausgearbeitet habe. Schon die Nothwendigkeit, ein Resumé einer Wissenschaft, welche in einem starken Bande kaum vollständig in ihren Grundzügen umfaßt werden kann, in wenigen Bogen zu liefern, legte mir die Verpflichtung auf, so kurz als möglich zu sein und einzelne Capitel, wie z. B. die Lehre von den Geweben der Gefäße, der Knorpel und Knochen, der Zähne u. dergl., deren Ausführung rücksichtlich ihres Verhaltens in der Thierwelt fast eben so viel Raum, als der ganze Artikel haben konnte, erfordern würde, mehr andeutungsweise und mit fast bloßer Berücksichtigung des Körpers des Menschen und der Haussäugethiere darzustellen. Aus gleichem Grunde habe ich das Litterarische nur da, wo es Erfahrungen, die ich aus eigener Anschauung nicht geben konnte, betraf, berücksichtigt. Denn alle Thatsachen, welche ohne Nennung eines Namens angeführt worden, beruhen auf eigenen Beobachtungen, die fast durchgängig für diesen Artikel gemacht oder wiederholt wurden. Die nothwendige Kürze bedingte es auch, daß ich die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Gewebe nur gleichsam nebenbei berührte oder auf bekannte, diese Gegenstände specieller behandelnde Werke verwies. Da mein Lehrer Purkinje einen eigenen leitenden Artikel: Zellentheorie liefern wird, so habe ich diesen allgemeinern Theil der Gewebelehre nur flüchtig und so weit mir unerläßlich schien, berührt und in dem dadurch gewonnenen Raume lieber einige Bemerkungen über die specielle Gewebelehre des Menschen als dritten Abschnitt hinzugefügt. Es versteht sich von selbst, daß dieser auf Vollständigkeit nicht den entferntesten Anspruch macht. Da dasjenige, was wir über die feinere Anatomie des Nervensystemes und des Gefäßsystemes des Menschen wissen, theils in der zweiten Abtheilung angeführt worden ist, theils mehr in die descriptive Anatomie und die Lehre von der Hirnfaserung, der Blutgefäßverbreitung und dgl. gehört, so habe ich diese Capitel so gut als gänzlich übergangen und so mehr Platz für die übrigen Systeme des menschlichen Körpers gewonnen. Es schien mir, daß durch diesen Anhang der Artikel an praktischer Brauchbarkeit vielleicht gewinnen dürfte. Das Physiologische ist nur so kurz, als möglich, in dem zweiten Theile hinzugefügt worden, da ich in Betreff des dritten keinen Versuch wagen konnte es einzuschalten, ohne entweder zu weitläufig zu werden oder ohne nur in jeder Beziehung Ungenügendes zu liefern. Die in dem verflossenen Jahre erschienenen drei allgemein anatomischen Werke von Krause, Bruns und Henle sind natürlicher Weise bei Ausarbeitung dieses Artikels schon benutzt worden. Ich konnte mich aber hier auf keine specielleren Bemerkungen über einzelne, in denselben vorkommende Details einlassen. Mehre, welche mir aus meinen Beobachtungen und Ansichten zu resultiren scheinen, sollen in dem diesjährigen (dem 7ten) Bande des Repertorium geliefert werden. In den Abbildungen suchte ich die wichtigsten Objecte wiederzugeben, habe dagegen mehre z. B. die Darstellung der Linsenfasern, der Schmelzfasern u. z. Thl. der Fasern des elastischen Gewebes hinweggelassen, weil sie durch Zeichnungen sich nicht so vorführen ließen, daß das Portrait ein getreues Bild der Natur hervorrief. Obgleich es für die Schraffirung und den Ausdruck kleiner Details bisweilen nothwendig wird, daß man die Zeichnung etwas größer entwirft, als man sie unter dem Mikroskope sieht, so habe ich doch die von einzelnen

mit dem bewaffneten Auge noch wahrnehmbaren morphologischen Elemente darstellen oder selbst erst wiederum aus solchen bestehen. Die von ihnen handelnde Wissenschaft, die Gewebelehre, (Histiologia s. Histologia) zerfällt aber in drei Haupttheile, von denen der erste die allgemeinen Eigenschaften der Gewebe überhaupt schildert, der zweite die einzelnen Gewebe ihren generelleren Merkmalen nach erörtert und der dritte sich mit der speciellen Darstellung der Gewebeverhältnisse einzelner organischer Wesen oder einzelner Apparate von diesen beschäftigt. Die beiden ersten Partien bilden zusammen die allgemeine Gewebelehre, die man auch wohl mit dem Namen der allgemeinen Anatomie bezeichnet, obgleich in diese nach einer andern Begriffsbestimmung die Erläuterung der allgemeinen Organisationsplane gehört. Die dritte Abtheilung ist die specielle Gewebelehre.

1. Allgemeine Betrachtungen über die Gewebe des thierischen Körpers.

Alle Elementartheile, welche man mit dem Namen der Gewebe bezeichnet, sind für das freie Auge nicht unterscheidbar und bedürfen daher zu ihrer Darstellung der Beihülfe des Mikroskopes. Bisweilen jedoch werden sie schon dadurch, daß sich größere Mengen derselben entweder rein oder mit geringeren Beimischungen anderer Gewebe zusammenhäufen, unmittelbar kenntlich, während anderseits Theile, die uns auf den ersten Blick aus einem Gewebe zu bestehen scheinen, entweder ungleichartige Gewebe oder heterogene Gewebeelemente enthalten. Das Muskelgewebe wird uns z. B. schon ohne alles künstliche Mittel wahrnehmbar, weil sich hier neben dem sparsamern zellgewebigen Perimysium mit den Blutgefäßen und Nerven eine größere Menge von Muskelfasern an einander lagern. Die scheinbare Einfachheit der Textur der mittlern Arterienhaut löst sich dagegen unter dem Mikroskope in eine Menge verschiedener Gewebeelemente auf. Zwei scheinbar gleiche Stückchen ächten Knorpels zeigen vergrößert oft die heterogensten Formen von Knorpelzellen und Knorpelkörperchen u. dgl. mehr. Für die Zergliederung der meisten Punkte der Gewebelehre reichen unsere gegenwärtigen Mikroskope allerdings aus. Allein für eine große Menge feinerer Details sind sie entweder zu schwach oder geben Bilder, welche verschiedenartige Deutungen erlauben. Rechnet man noch die durch Mangel an Uebung entstehenden Fehler und den Umstand, daß sich bisweilen die belehrendsten Anschauungen nur selten und gleichsam zufällig darstellen, hinzu, so dürfte es wenig in Erstaunen setzen, daß fast in keiner Wissenschaft so viele Widersprüche existiren und daß schon widerlegte Irrthümer mit solcher Zähigkeit festgehalten werden, als in der Gewebelehre, vorzüglich des thierischen Organismus.

Die Größe der Gewebtheile richtet sich nicht nach der Größe des Geschöpfes, welchem sie angehören, sondern nach anderen meist unbekannten Verhältnissen, während z. B. die großen Wiederkäuer sich durch relativ sehr kleine Blutkörperchen auszeichnen, besitzen die der geschwänzten und schwanzlosen Batrachier ein verhältnißmäßig sehr bedeutendes Volumen und werden die von Proteus und Siren und wahrscheinlich aller Perennibranchiaten so

---

Forschern besonders geliebten kolossalen bildlichen Darstellungen mikroskopischer Objecte vermieden, weil sie denjenigen, welcher selbst keine Untersuchungen der Art anstellt, nur täuschen, dem Kenner dagegen nicht mehr als kleinere Zeichnungen liefern.

groß, daß man sie schon mit freiem Auge als Pünktchen unterscheiden kann. Neben den kleinen kugeligen und mit einem sehr feinen Schwanze versehenen Spermatozoen der Knochenfische erscheinen die langen Samenfaden der Schnecken wie Riesen. Berücksichtigen wir nun die Breite der quergestreiften Muskelfasern, so stehen die Crustaceen, die Insecten, die Cirrhipoden, in Betreff dieser Gebilde, nicht nur keinem Wirbelthiere nach, sondern übertreffen sogar viele derselben. Auch bei einem und demselben Thiere kann die Größe der Gewebtheile sowohl beim Erwachsenen, als im Laufe des Entwickelungslebens schwanken. Während wir auf das Letztere in der Folge zurückkommen werden, erinnern wir hier nur an die Breitenvariationen, welche benachbarte Muskelfasern, Nervenfasern, Pigmentzellen, Knorpel- und Knochenkörperchen, Nervenkörper u. dgl. darbieten. Selbst die Bestimmtheit, mit welcher einzelne Gewebtheile ausgedrückt sind und der Widerstand, den sie äußeren störenden Einflüssen entgegensetzen, ist sehr variabel. Nach Verschiedenheit der Elemente scheint bald größere Renitenz, bald größere Zartheit ein Zeichen höherer Ausbildung zu sein. Neben den so sehr vergänglichen centralen Nervenkörpern des Menschen und der meisten Wirbelthiere stellen sich z. B. die der Perennibranchiaten, diejenigen, welche in dem elektrischen Lappen der Zitterrochen vorkommen, fast als unverwüstlich dar. Umgekehrt leisten die Nervenkörper und zum Theil die Nervenprimitivfasern der meisten wirbellosen Thiere der Einwirkung des Wassers, des Weingeistes u. dergl. mehr Widerstand, als die der Wirbelthiere. Neben den so zarten Flimmerzellen der Adergeflechte der Embryonen der Wiederkäuer und zum Theil der Vögel bieten die der Frösche eine sehr bedeutende Renitenzkraft gegen Wasser dar. Selbst auf den Absatz scheinbar rein unorganischer Krystallisationen haben individuelle Verhältnisse wesentlichen Einfluß. In den Kreidemassen z. B. der Embryonen der Batrachier und Schlangen, in denen junger Frösche finden wir die Zahlen der größeren Krystalle weit vorherrschender, als in der Kalkmasse des Gehörorgans des Menschen.

Nach unserem gegenwärtigen Wissen bilden die Elementartheile des entwickelten thierischen Organismus verschiedenartige Krystalle, einförmige Substanzen, Körnchen, Nuclei, Zellen, Fasern und durchsichtige Membranen, können aber sowohl im Laufe ihrer Entwickelung, als auch permanent theils heterogene Elemente der Art, theils Mittelbildungen zwischen der einen und der andern Form darstellen. Auch hier ruft die Individualität sehr bedeutende Verschiedenheiten und Uebergänge hervor. Denken wir uns, wie es bei einer klaren und vorurtheilsfreien Anschauung durchaus nothwendig ist, die Gestalten der organischen Theile als die Resultate einer durch eine höhere Lebensidee bedingten Combination physikalischer und chemischer Processe, so müssen die Formen sich sogleich ändern, sobald nur geringe mit unseren Sinnen noch lange nicht wahrnehmbare Verschiedenheiten der Substanzen und Einwirkungen eintreten. Es müssen solche feine, mehr aus den Formveränderungen zu errathende, als physikalisch und chemisch irgend nachweisbare Prämissen bedingen, ob ein Complex von Materien, welcher einen Gewebtheil bildet, als körnige oder als helle aufgelöste Masse, als Zelle oder als Faser oder als structurlose Membran erscheint. Daher muß es dann kommen, daß dieselben Gewebe bei verschiedenen Theilen und verschiedenen Thieren oft differente morphologische Elemente und scheinbar verschiedene Entwickelungsweisen darbieten. Deshalb sind wir bei der stets weiter gehenden Untersuchung der Entwickelung der Thiere genöthigt, immer

mehr zu specialisiren und uns in eine unendliche Menge differenter Details zu vertiefen, bis endlich wieder ein allgemeines morphologisches oder physikalisch-chemisches Resultat auftritt und als Leitstern aus dem scheinbaren und oft wirklichen Labyrinthe führt. Unsere gegenwärtigen mikroskopischen Studien, für welche unsere chemischen Hülfsmittel fast durchgängig noch zu roh und unvollständig sind, befinden sich beinahe gänzlich auf dem kindlichen Standpunkte der vielen Detailanschauungen und wir selbst sind noch bloße Sammler der zahlreichen räthselhaften Phänomene, welche vielleicht zum Theil die Nachwelt in bessere Uebersicht zu bringen im Stande sein wird. Denn so sehr es einerseits der verallgemeinernden Tendenz unsers Geistes widerstrebt, so führt doch unsere gegenwärtige Gewebelehre und unsere actuelle mikrologische Entwickelungsgeschichte darauf hin, wenigstens sehr viele Processe nur mit Rücksicht auf einzelne Thiere und einzelne Theile zu schildern.

Gleichwie die äußere Form der Gewächse von denen der meisten Thiere abweicht, gleichwie die Organe und Functionen in den beiden organischen Naturreichen größtentheils sehr verschieden sind, so erscheinen auch die Gestalten, welche die ausgebildeten Gewebe darbieten, sehr different. Hielten wir uns nur an das Urtheil des freien, unbewaffneten Auges, so würde gar keine haltbare Analogie auffindbar sein. Das Mikroskop dagegen zeigt uns in den Gewächsen als constitutive Elemente Zellen, d. h. Gebilde, welche von einer eigenthümlichen Wandung begrenzt und in sich abgeschlossen sind, und innerhalb ihres begrenzten Innenraumes ein meist zuerst tropfbar und später oft elastisch flüssiges Contentum mit oder ohne solide Körper einen Zelleninhalt darbieten. Unter den festeren Körpern zeichnet sich ein meist größeres, häufig rundes Körperchen, der sogenannte Kern (Nucleus), der eine besondere Geneigtheit hat, an der Innenfläche der Zellenwand anzuwachsen und hier selbst noch bisweilen von einer Wandungslamelle überzogen wird, aus. In ihm gewahrt man oft ein oder mehre besonders hervortretende Körperchen, die Kernchen oder Kernkörperchen (Nucleoli). Die anfangs äußerst zarten Zellen vermehren, abgesehen von den verschiedenen Veränderungen ihres Inhaltes, die Stärke ihrer Wandungen durch Intussusception neuer Stoffe. An der Innenfläche dieser primären Zellenmembran entstehen oft secundäre Ablagerungen, theils von mehr weicher Consistenz als sogenannte Verdickungen, theils von härteren, holzigen Substanzen als Verholzungen. Die Absetzung dieser Stoffe erfolgt spiralig und erscheint entweder continuirlich oder unterbrochen, in letzterm Falle in ringartigen oder schraubenförmigen oder netzförmigen Gestalten. Erreichen die in den verschiedenen über einander liegenden, weichen oder härteren Lamellen befindlichen Maschenräume eine gewisse Kleinheit, so erscheinen sie im Ganzen kanalförmig als sogenannte Porenkanäle, welche aus dem Lumen der Zelle nach der primären Zellenwand hinführen, hier aber durch diese verschlossen werden, obgleich auch vorzüglich an Zwischenwänden über einander gestellter Zellen der Fall eintreten kann, daß die doppelte primäre Zellenwand resorbirt wird und wahre Communicationsöffnungen entstehen. In benachbarten verdickten und verholzten Zellen entsprechen die Porenkanäle einander. Was man als Pflanzengefäße (mit Ausnahme der sogenannten Lebenssaftgefäße, deren Bildung und Entstehung noch sehr dunkel ist) bezeichnet, sind nur in einer fortlaufenden Linie an einander gefügte, verlängerte, verholzte Zellengruppen. Zwischen den Zellen bleiben oft mit Saft oder Luft gefüllte Räume, die man mit dem Namen der Intercellulargänge bezeichnet, übrig. Findet sich zwischen den Zellen eine in der Re-

gel dichtere und glashelle Substanz, so nennt man sie Intercellularsubstanz. Oft erscheinen noch zwischen den Zellengruppen eigenthümliche Lücken, die entweder, wie bei dem strahligen Zellgewebe, durch die Form der Zellen selbst hervorgerufen werden, oder durch ein reguläres Auseinanderweichen der Zellen oder durch secundäre Zerreißung oder anderweitige Zerstörung meist ausgedienter Zellen entstehen. In der ersten und dritten Classe von Räumen finden wir dann meist Luft; in der zweiten theils solche, theils eigenthümliche Säfte verschiedener Art. — Durch eine genauere mikroskopische Untersuchung der ausgebildeten thierischen Gewebe lassen sich Formen einzelner Elemente auffinden, die entweder im Allgemeinen oder selbst in untergeordneten Details eine bedeutende Gestaltanalogie mit den Pflanzengeweben darbieten. Die verschiedenen thierischen Zellen, welche wir in den Pflasterepithelien, in der Rückensaite, in der ächten Knorpelsubstanz, bei dem Pigmente und dergl. vorfinden, erinnern bald mehr, bald minder, wenn sie rund sind, an das Merenchym, wenn sie eine polygonale Gestalt haben, an das parenchymatische Zellgewebe der Gewächse. Regulär verästelte Pigmentzellen rufen oft eine entferntere Aehnlichkeit mit dem vegetabilischen Actinenchym hervor. Ist die Knorpelmasse mit runden Knorpelzellen ausgefüllt, während in den zwischen diesen übrigbleibenden Interstitien einförmige, meist helle Grundsubstanz existirt, so haben wir hier ein vollständiges Bild, wie wir es bei der Intercellularsubstanz der Gewächse finden. Die zelligen Abtheilungen vieler Thierhaare bilden eine gewisse Formanalogie mit manchen Pflanzenhaaren und dgl. mehr. Auch mit den Verdickungs- und Verholzungsformationen der Vegetabilien zeigen sich mehrfache scheinbare oder wirkliche Uebereinstimmungen. Kleinere Arterien (s. unten bei dem Gefäßsysteme) bieten bisweilen unter gewissen Verhältnissen mittelst ihrer Cirkelfaserschicht ein den Ring- oder Spiralfaserbildungen entfernt ähnliches Bild dar. Durch eine helle, durchsichtige, dünne Membran verbundene elastische Fasernetze, wie sie vorzüglich in den Wandungen der Schlagadern vorkommen, so wie die Formen des elastischen Gewebes, wo das Ganze eine mit rundlichen bis länglichrunden scheinbaren Löchern versehene Haut darstellt, erinnern lebhaft an gewisse Formen netzförmiger Verholzungen von Pflanzengeweben. Sollte der Fall in der That vorkommen, daß jene Oeffnungen wahrhaft durchbrochen und nicht durch eine sehr dünne Haut geschlossen sind, so würde in dem thierischen Organismus der schon oben erwähnte Fall wiederkehren, daß wie bei den Pflanzengeweben bisweilen die primäre Schlauchmembran schwindet und so wahre Communicationslöcher entstehen. Die Röhrchenmembranen des Hautskelettes und innerer rudimentärer Skelettheile der Decapoden bilden polygonale Zellen, deren doppelte an einander liegende Zwischenwände hell erscheinen, während innen jede Zellenwandung eine Reihe regulär gestellter Röhrchen, welche in mehrfacher Beziehung den Porenkanälen der Pflanzenzellen gleichen, darbietet und dgl. mehr. Allgemeiner zeigt sich ein anderer Theil, der bei den Gewebeverhältnissen der Pflanzen, wie der Thiere eine sehr wichtige Rolle spielt. Es ist dieses der Kern (Nucleus), der schon oben bei den vegetabilischen Zellen erwähnt wurde. Ein großer Theil der in permanenter reiner oder modificirter Zellenform erscheinenden thierischen Gewebe, wie z. B. die Epithelien, viele Hornbildungen, die Pigmentzellen, die Knorpelzellen und dgl. bieten ihn meistentheils dar. Wie bei den Gewächsen seine Solidität und selbst seine Existenz mit den Verdickungs- und Verholzungsbildungen in umgekehrtem Verhältnisse steht, so sehen wir auch die thierischen Nuclei um so heller er-

scheinen, je mehr z. B. bei den Horngeweben die Zellenwandungen verhornt sind, je mehr Pigment die Pigmentzellen enthalten u. dgl. mehr. Gleichwie der pflanzliche Nucleus Kernkörperchen enthält, so bieten auch die thierischen Kerne oft solche dar. Auch zwischen den mikroskopischen Elementen der Milchsäfte der Gewächse und denen der Thiere treten mehrfache Formähnlichkeiten hervor. Alle diese Gestaltanalogien jedoch betreffen mehr einzelne herausgerissene Beispiele, während eine sehr große Menge der thierischen Gewebtheile durchaus eigenthümliche Formen darbietet. Hierher gehören z. B. die einfachen Membranen, zum Theil die Linsenfasern, die Fadencylindergewebe, die Muskelfasern, die Nervenfasern u. dgl. mehr. Der größte Theil der oben erwähnten Analogien wurde schon früher erkannt. Auf die Aehnlichkeit der Epithelialzellen und anderer thierischer Zellen mit den Pflanzenzellen, der Röhrchenmembran des Flußkrebses mit den Verholzungsbildungen u. dgl. war schon früher ausdrücklich aufmerksam gemacht worden. Von dieser Analogie geleitet war die Benennung des Kerns für die entsprechenden thierischen Theile eingeführt worden, als darauf Schwann, vorzüglich durch Schleiden's Beobachtungen über die Entstehung der Pflanzenzellen angeregt, die Erkenntniß der thierischen Gewebtheile wesentlich dadurch förderte, daß er es zuerst allgemein aussprach und durch allgemeinere Beobachtungen am Embryo nachzuweisen suchte, daß primär alle thierischen Gewebe aus kernhaltigen Zellen hervorgehen, daß selbst diejenigen von ihnen, welche später gar keine Analogie mit Pflanzengeweben darbieten, ursprünglich ihnen mehr oder minder analoge Formen zeigen und daß die Zelle der Grundtypus der Elementartheile beider organischen Reiche, gewissermaßen für sie dasjenige, was für die unorganischen Stoffe die Krystallbildung sei. Zuerst schienen die Beobachtungen sich darin zu concentriren, daß überall um Kerne Zellen entstünden und daß diese sich nur selbstständig vergrößerten, wie z. B. bei den Pflasterepithelien, oder sternförmige Aeste trieben, wie bei den Pigmentzellen, oder Porenkanälen ähnliche Röhrchen in sich erzeugten, wie bei der Röhrchenmembran, oder daß ihre ferneren Metamorphosen auf einer Bildung von Zellen in Zellen beruhten, wie in den ächten Knorpeln, oder daß eine zweite (oder selbst mehrfache) Zellenumlagerung stattfände, wie bei den Nervenkörpern und dem Eie, oder daß die Zellen sich confervenartig aufreihten, ihre Zwischenwandungen verlören und durch Veränderung ihrer Seitenwände das Gewebe hervorbrächten, wie bei den quer gestreiften Muskelfasern, oder einen eigenthümlichen Inhalt producirten, wie bei den Nervenfasern, oder auf der Stufe platter kernhaltiger Zellen mehr oder minder stehen blieben, wie bei den einfachen Muskelfasern oder zu osculirenden Röhren würden, wie bei den Capillargefäßen, oder zu später permanenten oder ihre Nuclei verlierenden und sich bisweilen durch Längentheilung in Fäden sondernden Zellenfasern umänderten. Zugleich führten die im Anfange gemachten Beobachtungen zu der Erkenntniß, daß der Kern nur etwas Relatives sei und selbst unter mancherlei Verhältnissen zu einer Zelle werden könne. Allein spätere fortgesetzte Untersuchungen zeigten, daß die bloße Circumposition um einen Kern nicht der einzige Typus der Zellenbildung ist, daß verschiedene Zellenbildungsformationen in einem Gewebe wechseln oder neben einander vorkommen können, daß vielleicht der Kern ohne vorherige Verwandlung in eine Zelle zur Erzeugung von Faserbildungen bisweilen diene, daß wahrscheinlich einzelne Gewebetheile ohne unmittelbar vorhergegangene Zellenbildung entstehen und daß das Kernkörperchen sehr häufig gar nicht primär oder überhaupt nicht exi=

stire. Wie so oft, so ist auch hier wiederum die Wissenschaft offenbar im Begriffe, cyklisch zu einem frühern, jedoch weiter fortgeführten Standpunkte zurückzukehren. Wenn man einst nach Untersuchungen mit weniger guten Mikroskopen von Entstehung der Gewebe aus Körnchen sprach, so meinte man häufig die durch ihr saturirteres Aussehen auffallenden Kerne, häufig dagegen die Zellen selbst. Gegenwärtig führen alle Verhältnisse dahin, daß den meisten Geweben primär Kerne mit oder ohne Zellen und nur vielleicht sehr wenigen Zellen ohne Kerne zum Grunde liegen. Statt einer mehr einseitigen Zellentheorie stellt sich eine vielseitigere Auffassungsweise nach Zellen, Kernen und vielleicht noch anderen eigenthümlichen Grundkörperchen heraus. Eine möglichst kurze Erörterung dieser Verhältnisse muß aber der Schilderung der vollendeten Gewebe vorangeschickt werden.

Gerade die erste Bildung der Zellen entgeht meistentheils der Beobachtung gänzlich und wird fast immer theoretisch erschlossen und selten wahrhaft gesehen. Daher auch sehr viele Widersprüche in dieser Beziehung auftreten. Während man früher eine mehrfache Art der Zellenerzeugung im Pflanzenreiche, vorzüglich durch selbstständige primäre Zellenbildung, durch Anwachsen neuer Zellen und durch Erzeugung von Zellen in Zellen statuirte, glaubt Schleiden zu dem Resultate gelangt zu sein, daß die Entwickelung aller Pflanzenzellen auf Einem Principe, auf dem der heterogenen Umlagerung beruhe, daß, wo sich der Proceß genau verfolgen läßt, um ein oder mehre Kernkörperchen Körnchen sich niederschlügen, durch Verbindung oder Verschmelzung den Kern oder Cytoblasten bildeten und daß um diesen in einer mehr einseitigen Richtung Zellen entstehen. Die fernere Vermehrung der letzteren erfolgt dann dadurch, daß sich in dieser primären Mutterzelle neue Zellen erzeugen und daß mit vergrößerter Ausbildung derselben die Mutterzelle verschwindet Diese Angabe beruht zunächst auf den Untersuchungen, welche über die erste Organisation des Pollenschlauches zum Embryo gemacht wurden. Auch in dem Punctum vegetationis, dessen Zellen sich leichter durch Anwendung von Salpetersäure von einander trennen, sah Schleiden Anzeigen deutlicher endogener Zellenbildung. Nebenbei führt er nur noch die von Mohl bei Conferven beobachtete Zellenvermehrungsweise durch Theilung der Zellen vermittelst der Bildung von Querscheidewänden an und läßt es dahin gestellt, ob diese Art der Fortbildung auch bei den höheren Pflanzen vorkommt. Bedenken wir aber, daß die Zellenerzeugung und vorzüglich die Zellenvermehrung bei den meisten anderen pflanzlichen Theilen noch zeitgemäßer Beobachtungen bedarf. Daß sich bei einzelnen, wie z. B. bei den sich verlängernden Haaren eine Erzeugung von Zellen in Zellen schwer denken läßt und daß nach dem, was wir bei den thierischen Geweben sehen, die Existenz von Cytoblasten in jungen Zellen nicht immer nothwendig für eine beschränkte Art der Zellenentstehung zeugt, so dürfte es wohl leicht möglich sein, daß früher oder später die Pflanzenphysiologie ebenfalls einen Turnus macht und eine mehrfache Entstehungsweise der Zellen statuirt. Für die Vermehrung von Confervenzellen durch Erzeugung von neuen Querscheidewänden, dadurch bewirkte Trennung von neuen Zellenräumen und longitudinale Verlängerung derselben, sprechen auch die neuesten, noch nicht publicirten vielfältigen Untersuchungen von Shuttleworth, nach welchen das Oscilliren der Oscillatorienfäden nur auf diesem Wege erzeugt wird und so ein bloßes Wachsthumsphänomen ist. Lassen wir aber diese uns ferner liegenden Discussionen bei Seite, so concentriren sich die über die Entwickelung der thierischen Gewebe vorliegenden

Erfahrungen darin, daß hier eine mehrfache Zellenentstehung und eine vielseitigere Zellenentwickelung existirt und daß verschiedene Bildungsweisen neben einander vorkommen, in Einem Gewebe erscheinen und zum Theil in einander übergehen können. 1) Es bildet sich ein festerer Kern. Um diesen erscheint dann eine helle dünnwandige Zelle, welche sich später individuell ausbildet. Wahrscheinlich immer entsteht hier zuerst oder gleichzeitig mit dem ersten rudimentären Zelleninhalte die begrenzende Zellenmembran. a) Die ursprüngliche Zelle bleibt und vergrößert sich nur auf eigenthümliche Art wie z. B. bei den Pflasterepithelien. b) Sie umlagert sich mit einer zweiten Zelle, und wird hierdurch gewissermaßen zum Nucleus, während ihr Kern in die Bedeutung eines Kernkörperchens zurücksinkt; wie z. B. bei den Nervenkörpern, dem Eie. c) Es erzeugen sich innerhalb der primären Zelle durch Hohlwerden von kernartigen Körpern oder durch selbstständigere Formationen neue Zellen, so daß bei dieser endogenen Zellenbildung die erstere zur Mutterzelle wird und entweder später schwindet, wie wahrscheinlich bei den ersten Veränderungen des Keimbläschens nach der Befruchtung (Barry und zum Theil Bischoff und C. Vogt) oder in die Bildung der Grundsubstanz eingeht, und sich hier fernere Verdickungs- und Verschmelzungsveränderungen verbinden, wie bei den ächten Knorpeln. d) Es reihen sich die um die Kerne gebildeten Zellensubstanzen longitudinal an einander und verschmelzen mit einander oder erscheinen so frühzeitig in Form von faserigen Gebilden, daß man fast immer oder immer nur einerseits Kerne oder anderseits mit Kernen versehene Fasern beobachtet. Hierbei werden die zuerst rundlichen Nuclei in der Regel länglichrund, um so heller und blasiger, je mehr Substanz an den primären Zellenwandungen (quergestreifte Muskelfasern) oder in dem Zelleninhalte (Nervenfasern) abgelagert wird und schwinden endlich ganz oder sie erhalten sich längere Zeit saturirter und vergehen erst kurz vor der longitudinalen Theilung der Fasern in Fäden (Zellgewebe und zum Theil muskulöse Fasern) oder bleiben sogar permanent (einfache Muskelfasern, graue Fasern der Nerven). 2) Bei den unter Nr. 1. genannten Umlagerungsverhältnissen ist der primäre Zelleninhalt selbst gleichartig und flüssig. Nach Bergmann würden nun aber bei der Dotterzerklüftung der Batrachier Haufen des frühern Eiinhaltes sich gruppiren, mit einer Haut umgeben und so zu Zellen werden. Es fände so eine Circumposition der Zellenbegrenzung um einen solidern Zelleninhalt, sei es, daß dieser noch einen Kern besäße oder nicht, Statt. Da diese Erfahrungen jedoch, von C. Vogt nach neuen Untersuchungen bestritten werden, so müssen wir diesen Punkt vorläufig unentschieden lassen, können aber überhaupt in der ganzen Bergmann'schen Sache nichts weiter sehen, als Circumposition um einen mit festeren Körperchen versehenen Inhalt[1]). 3) Es entsteht zuerst eine einfache Zelle, in welcher erst später secundär der Kern sichtbar wird. Dieser Fall kann in zwei verschiedenen Modificationen auftreten. a. Die ursprünglich erzeugte Zelle läßt anfangs gar keinen Kern wahrnehmen. Ein solcher tritt erst später hervor. Dieser Fall findet sich nach den Beobachtungen von C. Vogt sehr häufig bei der Untersuchung der Entwickelungsverhältnisse der Fische, so wie in den Zellen der Chorda dorsalis dieser und der Batrachier und den später und selbstständig entstehenden Knorpelzellen dieser Thiere. b. Es bildet sich durch Aggregation von Körperchen ein granulöser anfangs mehr nu-

[1]) Vgl. über diese Controversen weiter: Müller's Archiv Jahrg. 1842. S. 92. Bischoff's Entwickelungsgeschichte. Leipzig 1842. S. 560 u. ff. Anm. d. Red.

cleusartiger Körper, welcher dann durch Erzeugung einer runden, wahrscheinlich von einer Zellenmembran herrührenden Begrenzung und durch gänzliche oder theilweise Umwandlung seines frühern körnigen Wesens in eine homogene Masse, in eine wahre Zelle übergeht, während in seinem Centrum ein Kern gleichsam als Ueberrest der frühern Bildung erscheint, wie z. B. in den Blutkörperchen (sobald sie nämlich aus ihrer wahrscheinlich existirenden Mutterzelle befreit sind). 4) Daß Zelle und Kern auch gleichzeitig entstehen können, glaubt C. Vogt daraus schließen zu dürfen, daß er in den primären Knorpelzellen der Geburtshelferkröte, welche später eine endogene Zellenbildung so oft darbieten, nie Kerne ohne Zellen oder Zellen ohne Kerne wahrnahm. Die sichere Feststellung dieses Punktes aber dürfte den meisten Schwierigkeiten unterworfen sein. Endlich 5) kann in dem Kerne oder einem kernartigen Gebilde ein sich immer mehr vergrößerndes hohles Bläschen, welches man bei der Relativität des Begriffes von Zelle auch als solche ansprechen kann, entstehen, sich vergrößern und entweder eine einfache Höhlung bleiben oder einfache oder mehrfache Zellenbildung in sich anregen. Belege hierfür finden sich in der ächten Knorpelsubstanz, so wie vielleicht in dem Keimbläschen, vorzüglich der Säugethiere (nach der von Barry gegebenen Darstellung). Auf andere mögliche Vermehrungsarten werden wir bei den Verhältnissen des Kernes zurückkommen.

Ueberall, wo Kern- und Zellenbildung eintritt, geht ihr die Ablagerung eines Grundstoffes voraus. Selbst bei dem ersten, durch die Befruchtung gegebenen Entwickelungsimpulse fußt die Natur höchst wahrscheinlicher Weise stets auf einem gegebenen, dem Keimflecke (oder wo dieser, wie z. B. bei einzelnen Vögeln und Eingeweidewürmern unsichtbar ist, auf dem Inhalte des Keimbläschens ?). Sehr häufig erzeugt sich vorher ein Keimstoff, Cytoblastema, der entweder von vorn herein hell, durchsichtig und gleichartig ist oder festere rundliche oder selbst krystallinische Molecule, die später entweder vor der Zellenbildung aufgelöst oder durch diese von der Zellenmembran eingeschlossen werden, enthält. Das durchsichtige primäre Cytoblastem kann nun entweder durch fortgesetzte Zellenbildung und andere Metamorphosen vollständig aufgezehrt werden oder in nur rudimentärer Menge sich erhalten oder vielleicht theilweise verbleiben und in Form einer gleichartigen Haut (in später verdichtetem Zustande) erscheinen. Die ersteren Fälle treten bei den meisten Geweben ein. Für das Letztere geben die Wharton'sche Sulze des Nabelstranges und einzelne Formen des Umhüllungsgewebes Belege. Dort finden wir durch ihr kernartiges Aussehen auffallende Centralkörper, von welchen zum Theil netzartig verbundene Fasern ausgehen, wie man sie auch nach den Erfahrungen von Schwann in dem embryonalen Zellgewebe bisweilen sieht. In den Maschenräumen existirt gallertiges Cytoblastem mit einzelnen zerstreuten Kernen. An der Oberfläche der Vorhöfe der Frösche z. B. findet sich ein Umhüllungsgewebe, welches für das freie Auge wie eine helle Gallerte aussieht. Unter dem Mikroskope zeigt es eine glashelle, membranöse, sich leicht faltende Masse, in welcher viele Zellenkerne auffallen. Von vielen der letzteren gehen an beiden Enden oder auch sternförmig Fäden aus, während neben ihnen reichliche blassere Umhüllungsfäden vorkommen. Von den Ueberresten dieses primären Cytoblastemes sind aber diejenigen Producte, welche durch spätere Bildung entstehen und entweder gleich vielen Vorkommnissen der Intercellularsubstanz der Pflanzen secundäre Bildungen sind oder, wie z. B. die Entwickelung der ächten Knorpelsubstanz beweist, durch Metamorphosen der

verdickten früheren Zellen theilweise oder gänzlich hervorgerufen werden, wohl zu unterscheiden.

Die primäre Zellenmembran kann entweder schwinden, wie bei den meisten Mutterzellen, oder durch Intussusception stärker werden und so bleiben, wie z. B. bei den Zellen in der gallertigen Masse in dem Sinus rhomboidalis des Rückenmarkes der Vögel, oder außerdem verhornen, wie bei den Epithelien und den Horngeweben, oder sich schichtenweise verdicken und hierbei selbstständig bleiben oder mit Nachbartheilen verschmelzen, wie z. B. in der echten Knorpelsubstanz, oder vielleicht in demselben Zustande verharren, wie die primäre Zellenmembran bei den meisten Verdickungsbildungen der Vegetabilien, und dann ebenfalls ihrer sehr bedeutenden Zartheit wegen schwer wahrnehmbar werden, wie z. B. als Begrenzungshaut der Nervenkörper (s. unten bei dem Nervengewebe) u. dgl. mehr. Eine andere Reihe von Veränderungen derselben werden durch die Formen der Gewebeelemente bestimmt. Ursprünglich meist rund werden die Zellen leicht polygonal oder treiben Aeste, wie z. B. bei den Pigmentzellen, oder verlieren in ihrer confervenartigen Anordnung ihre Querscheidewände, während sich die Seitenwände erhalten; oder die in Entfernungen von einander stehenden Zellen werden so schnell von bandartigen Massen eingeschlossen, daß man zweifelhaft werden kann, ob hier überhaupt erst isolirte Zellen entstehen, oder ob längs der longitudinal gereihten Kerne die Substanz fortlaufend unmittelbar anschießt, wie z. B. bei den meisten Zellenfasern. Mit fortschreitendem Verhornungsprocesse wird die früher rundliche Zelle mehr lamellös u. dgl. mehr. Noch größere Verschiedenheiten kann der Zelleninhalt natürlicher Weise darbieten. In den primären Zellen ist er meistentheils flüssig, hell und gleichartig, und bewirkt wahrscheinlich durch seine größere Saturation und die deshalb begierigere endosmotische Strömung, daß diese jungen Zellen bei der Zartheit ihrer Zellenmembran, so oft unter Wasser, fast augenblicklich, wie Seifenblasen platzen. Hat sich dagegen in einem mit festeren Körperchen versehenen Cytoblasteme eine Zelle durch ungleichartige Umlagerung um einen Kern gebildet, so kann der ursprüngliche Zelleninhalt auch festere Molecule von vorn herein besitzen. So viel wir bis jetzt wissen, werden diese soliden Gebilde immer später wieder aufgelös't. Anderseits bleibt wahrscheinlich kein Zelleninhalt so wie er ursprünglich war, und ändert sich in Consistenz und Bestandtheilen, selbst wenn die Zelle permanent einfach, hell und durchsichtig ist. Durch die secundären Metamorphosen aber entstehen, abgesehen von den bald zu erwähnenden Verhältnissen der endogenen Zellenformation durch Kerntheilung oder durch neue Kernbildung, theils transitorische, theils verharrende festere Niederschläge oder Umänderungen der flüssigen Consistenzgrade, sowohl nach dem Festen, als nach dem Elastischflüssigen hin, wie sich bei einiger Kenntniß der Gewebeverhältnisse von selbst ergiebt und speciell auszuführen hier zu weitläufig sein würde.

Als Kern müssen wir nach unserm gegenwärtigen Wissen alles Dasjenige betrachten, was als individualisirtes, von dem übrigen Zelleninhalte unterschiedenes Gebilde von einer Zelle eingeschlossen wird oder eingeschlossen werden kann. Alle übrigen Verhältnisse desselben können variiren und sogar so sehr schwanken, daß selbst zwischen Kern und Zelle gar keine bestimmte Grenze mehr zu ziehen ist. Wie wir die Kernbildung in den meisten primären Zellen sehen, stellt sie sich in Form eines soliden, bald körnigen, bald mit Körnchen gefüllten, bald Kernkörperchen enthaltenden Gebildes, welches in organischen, kalt applicirten Säuren, wie Essigsäure, Weinstein-

säure, Citronensäure unlöslich ist, dar. Der Nucleus liegt, wo er in einer Zelle eingeschlossen ist, entweder centrisch oder excentrisch, frei oder der Wand angewachsen — Punkte, die übrigens in Einzelfällen sehr schwer zu entscheiden sind. Durch seine Dicke kann er dann selbst eine Hervorragung an der übrigen Masse bedingen, wie z. B. die an den Capillargefäßen anliegenden Kernbildungen beweisen. Bei ferneren Metamorphosen bleibt er nun entweder in dem Centrum der veränderten Zellen, wie z. B. in dem Innern des Muskelfaserrohres, in den Cylinder- und Flimmerepithelien u. dgl., oder geht gegen die Oberfläche, indem sich nach innen von ihm, besonders wenn er an die ursprünglichen Zellenwand geheftet ist, neue Producte erzeugen, wie es bei vielen Zellenfasern Statt zu finden scheint. Bald zeigt er sich bei der Bildung der neuen Theile mehr indifferent, bald bewirkt er (ungefähr wie ein in einer Lösung suspendirter fester Körper dann Niederschlag von Krystallen an sich hervor ruft), daß sich in seiner Circumferenz entstehende Elementartheile präcipitiren, wie z. B. in den embryonalen quergestreiften Muskelfasern, in den Fettzellen u. dgl. mehr. Fast allgemein aber scheint das Gesetz zu gelten, daß, wo der Kern nicht selbst an directer Vermehrung der Zellenbildung Theil nimmt und so in seiner Individualität zu Grunde geht oder sonst wesentlich verändert wird, eine fortgesetzte Ablagerungsmetamorphose der Zelle oder der diese umgebenden secundären Zelle seiner Consistenz, ja seinem Bestehen Eintrag thut. In den stark verhornten Zellen sehen wir den Nucleus zuerst hell und dann gänzlich unkenntlich werden. Mit Ausbildung der Längenfäden der quergestreiften Muskelfasern werden die in dem Muskelfaserrohre enthaltenen Kerne milchglasartig. In den Nervenkörpern behält er oft seine frühere saturirtere Beschaffenheit, verliert sie aber auch bisweilen, sobald sich die zweite Umlagerungszelle vergrößert u. dgl. mehr. Hierbei kann er sich auch noch oft, wie eben die Epithelien, die Horngebilde, die quergestreiften Muskelfasern, die Nervenkörper beweisen, trotz seines größern Hellwerdens mit der Zelle bis zu einem gewissen Grade vergrößern und eine länglich runde oder auch eine platte Gestalt annehmen. Was nun seine eigene Substanzbeschaffenheit betrifft, so zeigt sich auch hier eine fast unendliche Reihe von der vollkommenen wahren oder scheinbaren Solidität bis zu der Form, wo der Nucleus eine bloße Höhlung ist. Viele primäre Kerne, z. B. der nervösen Gebilde, der Muskelfasern u. dgl. erscheinen z. B. bei den Wiederkäuern, ganz ähnlich den Blutkörperchen, d. h. sie bilden röthliche, platte, in der Mitte mit einem dunkeln Theile versehene Scheiben — ein Aussehen, das wahrscheinlich Barry zu der Ansicht geführt hat, daß ausgetretene Blutkörperchen selbst Nuclei künftiger Zellen bilden. Wenn eine solche Meinung bei der Geschlossenheit der Capillaren natürlicher Weise unhaltbar ist, so beweisen doch die in entzündlichem Blute des Menschen bisweilen beobachteten hellen, die Blutkörperchen als Nuclei umgebenden Zellen, daß ein solcher Bildungsproceß bei extravasirtem Blute wenigstens denkbar sei, wenn auch gegen diesen Fall andere Erfahrungen streiten. Denn bei zufälligem Blutextravasate ist eine Zellenbildung der Art noch nicht wahrgenommen worden. Wenn aber Barry die Formation des Chorion der Säugethiere davon herleitet, daß sich aus dem durch die Ruptur des Follikels ergossenen Blute um die Blutkörperchen als Nuclei neue Zellen bilden, so läßt sich dagegen noch einwenden, daß einerseits ein noch nie bestimmter Organisationsproceß dazu gehörte, um die in jedem Extravasate zerstreuten Blutkörperchen in die zur Erzeugung eines regulären Chorion nothwendige Anordnung zu bringen, und daß anderseits

die Eischalenhaut der Vögel entschieden nicht auf diese Weise entsteht, während sich ein gleich negatives Resultat für diejenigen Formen, wo die Eierstockseier schon von chorionartigen Gebilden umhüllt werden, fast mit Bestimmtheit ergiebt. Wie es scheint, verbleiben diese Blutkörperchen ähnlichen Kerne wenigstens bei dem Menschen und den höheren Thieren nur selten, wie z. B. bei einzelnen Nervenkörpern, oft vergrößern sie sich dagegen und gehen zuerst in granulöse, und später in helle Kerne über, wie z. B. bei den Epithelien. Eine häufige Veränderung derselben, die selbst künstlich bei gewissen Stadien ihrer Ausbildung durch kürzere oder längere Einwirkung von Wasser hervorgerufen werden kann, besteht darin, daß sie ihren Farbestoff verlieren, mattweiß bis grau oder milchglasartig, zunächst kugelrund, dann aber auch länglich und mehr oder minder deutlich blasig werden. Hierbei enthalten sie entweder gar keine festeren Körperchen und erscheinen daher sehr hell und durchsichtig, und gleichen deßhalb oft auf dem Wasser schwimmenden Oeltropfen, oder führen nur ein oder zwei, seltener mehre helle rundliche, wenigstens häufig der Wandung angewachsene Körperchen. Diese Gestalt finden wir dann entweder permanent, wie z. B. bei vielen Zellen der Cylinder- oder Flimmerepithelien, bei vielen Nervenkörpern, oder die Durchsichtigkeit nimmt unbeschadet der verhältnißmäßig nicht unbedeutenden Größe immer zu, bis alle Nuclearbildung schwindet, wie z. B. in dem Innern der quergestreiften Muskelfasern. Im Gegensatze zu diesen anfangs saturirteren Kernen stoßen wir anderseits ausnahmsweise auf so helle Kernformen, daß sie oft nur mit Mühe sichtbar werden, wie z. B. in den primären Zellen der Krystalllinse, in den Zellen der Rückensaite, obwohl auch hier die Unkenntlichkeit zugleich dadurch bedingt werden kann, daß der Nucleus fast dasselbe Brechungsvermögen, wie die umgebende Zelle mit ihrem Inhalt hat. Oft treten dann auch hier Zellenbildungen, welche aller Kerne zu entbehren scheinen, auf. Die häufigere Kerngestalt dagegen, welche selbst bleibend fast in oder an allen Geweben des Erwachsenen angetroffen wird, ist die granulöse, sei es nun, daß der ganze Nucleus aus einer Anhäufung von Körnchen besteht, oder daß er selbst schon zellen- oder bläschenartig ist und Körnchen verschiedener Art in sich einschließt. Diese Classe von Kernen erleidet oft wesentliche Formveränderungen, wird leicht länglich, streifenartig, spindelförmig (gebogen?) u. dgl. mehr, findet sich in reichlichster Menge in dem Embryo und bildet fast durchgängig die Nuclearformationen, wie sie besonders in dem Umhüllungsgewebe des Erwachsenen vorkommen. Indem sie ihre Unlöslichkeit in Essigsäure, Weinsäure und Citronensäure beibehalten, scheinen sie vorzugsweise geeignet zu sein, die bald zu erwähnenden Kernmetamorphosen zur Erscheinung zu bringen. Veranschaulicht man sich aber diejenige Endform von ihnen, wo sie ein hohles bestimmt wandiges Gebilde mit einzelnen enthaltenen Körnchen darstellen, so hat man einen unmittelbaren Uebergang zu denjenigen Nuclearbildungen, welche durch bloße Höhlungen mit oder ohne Absatz von Molecülen an den Wandungen dargestellt werden und die letzte Kernform bilden, wie wir sie z. B. in den Knorpeln und Knochen antreffen. Diese können dann, gleich einzelnen Zellen, Aeste treiben, wie die Knochenkörperchen gewöhnlich und einzelne Höhlungen der Knorpelkörperchen in sehr seltenen Ausnahmen belegen.

Schon ohne alle künstlichen Verhältnisse lassen sich viele Kernbildungen als Zellen oder zellenartige Gebilde, sobald sie eine bestimmtere Wandung darbieten, betrachten. Hierher gehören z. B. die oben erwähnten milchglasartigen Nuclei, viele Kerne des Umhüllungsgewebes u. dgl. Bei einer

andern Art von Kernbildungen, wie z. B. bei vielen Schleimkörperchen, bei einzelnen Chyluskörperchen des Ductus thoracicus, erscheint ihre Zellennatur durch secundäre Verhältnisse deutlicher. Viele dieser Theile z. B. stellen sich im ganz frischen Zustande als körnige nucleusartige Kugeln dar. Liegen sie einige Zeit in einer Flüssigkeit, wirkt Wasser auf sie, trocknen sie ein u. dgl., so erscheint in der Peripherie (wahrscheinlich in den ersteren Fällen durch Endosmose der Flüssigkeit) eine begrenzende von den Körnchen getrennte Zellenmembran. Diese werden oft nach und nach zerstreut und scheinen sich selbst zum Theil auflösen zu können, während nicht selten in dem Centrum ein Kern zur Anschauung kommt. Man hat dann helle nucleirte Zellen mit mehr oder minder körnigem Inhalt. Solche Phänomene haben wahrscheinlich viele Beobachter bestimmt, Körperchen der Art, wie z. B. Schleimkörperchen, granulöse Chyluskörperchen, Exsudatkörperchen als Zellen anzusprechen. Anderseits aber verhalten sich wenigstens einzelne Gebilde der Art bei fernerer Fortbildung als Kerne. Um die Exsudatkörperchen z. B. entstehen entschieden Exsudatzellen, ohne daß sich etwa ihre Begrenzungshaut durch Ausdehnung in eine Zellenwand verwandelt. Im Chylus bilden sich, wie wir später sehen werden, um solche Körperchen ebenfalls neue Zellen. Schon hieraus, so wie überhaupt aus dem relativen Verhältnisse zwischen Kern und Zelle, zwischen primärer und secundärer Umlagerungszelle, zwischen Zelle und Cytoblastem ergiebt sich das Mißliche und Unbestimmte, welches sich bei fixen Deutungen einzelner Gebilde als Zelle oder Kern darstellt [1]).

Die Kernbildung beschränkt sich aber nicht bloß darauf, eine Zeitlang thätig zu sein, allmälig an Substanz zu verlieren, hierauf in diesem Zustande zu verharren und dann zu schwinden, sondern functionirt auch auf eine wesentliche Weise zur Vermehrung der Gewebtheile. Zunächst kommen hier die Bildungen von Zellen in Zellen in Betracht. 1) Der Nucleus kann, wie wir bei der echten Knorpelsubstanz sehen, zu der Erzeugung einer einfachen Form endogener Zellenbildung berufen sein, indem er, in einer Mutterzelle eingeschlossen, eine oder mehre neue Zellen mit Kernen oder auch nur hohle Räume mit oder ohne Inhalt in sich erzeugt. 2) Einzelne (vielleicht jüngere) Kernbildungen zeigen schon im frischen Zustande Formen, welche auf eine Selbsttheilung hindeuten dürften. In dem oben erwähnten Umhüllungsgewebe der Atrien des Herzens der Frösche stößt man auf einzelne doppelbrodartige (Fig. 95. a.) oder eingeschnittene Kerne (Fig. 95. b.). Durch Wasser trennen sich diese und einzelne andere Nuclei in mehre. Eine ihrem Wesen nach aber noch sehr räthselhafte Erscheinung ist die, daß nach Einwirkung von Essigsäure, Weinsäure u. dgl. viele Kerne aus einander fahren und sich in mehre Nuclei, welche oft den Blutkörperchen des Menschen sehr ähnlich sind, wie z. B. bei den Schleim- und Eiterkörperchen, der innern Körnchenschicht der Netzhaut (Fig. 69.) u. dgl. oder sonst körnige mit dunkelen Eindrücken und Punkten versehene Gebilde darstellen, trennen. An verschiedenen Nucleis läßt sich oft verfolgen, wie diese verschiede-

[1]) Aus diesem Grunde habe ich auch in dem Folgenden jede der jetzt so oft gebrauchten Benennungen, wie Blutzellen, Ganglienzellen ꝛc., ausgeschlossen, und überhaupt überall mich bestrebt, so indifferente Namen, als möglich anzunehmen, um nicht in die Nothwendigkeit versetzt zu sein, bei ferner fortgesetzten Untersuchungen und bei dem wegen des raschen Fortschrittes der Wissenschaft so ephemeren Zustande der Theorien Benennungen fast von Jahr zu Jahr zu ändern. Der kundige Leser wird bemerken, daß ich in dieser Beziehung gegen Bezeichnungen, die ich selbst früher vorgeschlagen hatte, nicht minder streng, als gegen fremde war.

nen Bestandtheile des frühern Kernes zuerst gleichsam aus einander brechen, dann isolirt bei einander liegen und sich endlich von einander entfernen. Man kann sich nun, wie dieses Barry besonders hervorgehoben hat, denken, daß bei der endogenen Zellenbildung die verschiedenen Nuclei sich von einander loslösen, selbstständig werden, sich mit Zellen umgeben und so eine Erzeugung von Zellen in Zellen hervorrufen. Allein bei dieser Deutung müssen wir jedenfalls sehr vorsichtig sein. Denn es ist auch denkbar, daß hier ein ähnlicher Fall, wie bei der Erzeugung der Zellenkörner nach Naegeld eintrete, daß nämlich der eigentliche Kern der Mutterzelle schwindet, und daß die körnige Masse des Zelleninhaltes sich zusammenballt und secundär die mehrfachen Kerne hervorruft. Eine entschiedenere Beobachtung der Art läßt sich, wie weiter unten bei dem Ossificationsprocesse dargestellt werden soll, an den ossificirenden Knorpeln des Menschen machen. Hier hat man mehr Uebergangssuiten derjenigen durch ihr dunkeleres Aussehen auffallenden Höhlen, welche man als Knorpelkörperchen ansprechen kann, von einfachen zu Theilungsgestalten, um welche letztere dann endogene Zellen entstehen [1]). — Daß die Kerne selbst an und für sich in Zellen übergehen und so zur Zellenvermehrung beitragen können, wurde schon oben berührt.

Schon von Gerber war die Vermuthung aufgestellt worden, daß durch longitudinale Verschmelzung der Kerne Fasern entstehen können. Henle hat in neuester Zeit diese von ihm sogenannten Kernfasern, welche fast durchgängig zu dem Umhüllungsgewebe gehören und die früher zum Theil als fadig aufgereihten Epithelien oder als Zellenfasern aufgeführt, zum Theil zu dem elastischen Gewebe gerechnet wurden, ausführlicher betrachtet. Das erste Stadium ist, daß die in bestimmter Ordnung, aber meist distant gelagerten Kerne lang und schmal werden, die Kernkörperchen verlieren, oft einzelne, zusammenhängende oder körnige Partikeln in ihrer Nähe haben und sich durch blassere Fäden mit einander verbinden. Später werden die Kernbildungen undeutlicher, hinterlassen als letzte Spur reihenweise gestellte Körnchen und schwinden endlich gänzlich. Die so hervorgehenden Fasern sind, wie die Kerne selbst, in Essigsäure und Weinsäure unlöslich. Indem wir die näheren Verhältnisse dieser Gebilde in dem zweiten Theile theils bei dem Umhüllungsgewebe, theils bei den einzelnen anderen Geweben näher kennen lernen werden, beschränke ich mich hier der Kürze wegen auf folgende Bemerkungen: 1) Wie die Kerne, so werden auch diese Kernfasern, oder wie ich sie aus dem oben in der Anmerkung angeführten Grunde nennen werde, die Umhüllungsfasern durch organische Säuren deutlicher und erscheinen bald gelblicher, wie z. B. in dem Zellgewebe, bald blaß und mehr grau, wie z. B. in dem Sarcolemma der Muskeln. 2) Die obige größtentheils mit den Angaben von Henle übereinstimmende Beschreibung habe ich auch aus eigener Erfahrung entnommen. Nach Behandlung mit Säuren erscheinen bisweilen einzelne Kerne gebogen und selbst in Theilung begriffen,

[1]) Es stellt sich zunächst noch die Frage, ob nicht auch in dem thierischen Organismus eine Vermehrung von Zellen durch Theilung möglich ist. Bis jetzt begegneten mir nur nucleusartige Gebilde, welche zu Zellen werden. In den Blutkörperchen der Krebse findet man einzelne Doppelblasen, wie es Fig. 63 gezeichnet worden. In den kernartigen Körperchen der Thymus (Fig. 65.) sieht man neben endogener Zellenbildung auch einzelne Doppelkörper. Unter den Zellen in der Flüssigkeit des Saftes der Schilddrüse des Hundes gewahrt man auch doppelbrodartige Zellen (Fig. 91). Bei continuirlichen Geweben ist mir bis jetzt nichts der Art bekannt. Nach einer mündlichen Mittheilung von Henle, der auch etwas Aehnliches in einem Lithopaedion gesehen, soll auch schon früher Schwann Doppelzellen beobachtet haben.

mit körnigem Nebenanhange versehen u. dgl. 3) Meistentheils, wo nicht immer, sind die Kerne, welche hier zum Vorschein kommen, mit deutlicher discreter Wandung, hellem Inhalte und Körnchenniederschlag versehen. 4) Schon die variable Natur der Zelle und des Kernes läßt natürlich die Möglichkeit offen, daß auch Kerne zu Fasern verschmelzen und bei den meisten Kernfasern spricht auch der Anschein dafür. Allein, wie ich an einem andern Orte[1]) darzustellen gedenke, dürfte jedenfalls eine Classificirung der verschiedenartigen hierher gehörigen Gebilde nothwendig sein. Ich muß überhaupt in Betreff dieses ganzen Kapitels auf diese nächstens zu publicirende Darstellung verweisen.

Die Kernkörperchen scheinen sowohl primär, als secundär entstehen zu können, kommen aber oft als besondere von den übrigen Körnchen des Nucleus verschiedene Gebilde nicht zum Vorschein. Ueber die Gesetze ihres Daseins sind wir in völliger Unwissenheit.

Außer den als Cytoblastem, Zellen und Kerne oder deren Metamorphosen zu deutenden Gebilden finden sich endlich noch andere Elementartheile, die entweder als Gemengtheil eines Cytoblastemes oder als Zelleninhalt oder als Secretionsproduct erscheinen. Sie sind entweder freie oder mit einer feinen Haut umschlossene flüssige oder solide Körperchen von meist sphärischer, bisweilen aber auch krystallinischer Form.

Höchst wahrscheinlich lassen sich auf die genannten Typen des Cytoblastemes der einfachen oder mehrfachen, getrennten oder verschmolzenen Zellen, Zellenfasern, Intercellularsubstanz, Kerne, Kernkörperchen und Elementarkörnchen, die meisten wo nicht alle Gewebtheile entweder in ihren bleibenden Gestalten oder nach ihren transitorischen Entwickelungsformen reduciren. Es ist aber auch möglich, daß manche Elemente z. B. Fasern, auch ohne Vermittelung von Kernen und Zellen entstehen, und daß sich ihre Netze ähnlich den Verholzungsnetzen der Gewächse unmittelbar absetzen. Einen Beleg hierfür scheinen z. B. die feinen, an eine durchsichtige Haut sich anlehnenden Fasernetze der Cirkelfaserschicht der Arterien zum Theil zu liefern (s. unten bei dem Gefäßsystem).

Die bis jetzt bekannten Erfahrungen über die organische Zeugung deuten klar darauf hin, daß die Natur wahrscheinlich stets bei der Production eines neuen Individuum von einer schon vorher gegebenen Materie, bei den Gewächsen von dem Punctum vegetationis und der Fovilla, bei den durch Eier sich fortpflanzenden Thieren von dem Inhalte des Keimbläschens, vorzüglich dem oder den Keimflecken ausgeht, und nach allgemeineren Zellenbildungsgesetzen, zuerst vorzüglich die Entstehung von circumponirten Zellen und Vermehrung oder Fortbildung durch endogene Zellenerzeugung die Grundlage des neuen Wesens aufbaut. Ist dieser erste Impuls gegeben, so sind unter der Voraussetzung, daß die bisweilen nothwendige höhere Temperatur die Anregung unterhält und die Quellen für zuströmende Nahrungsstoffe vorhanden sind, alle Bedingungen der weitern Herstellung des organischen Körpers gegeben. Es spinnen sich nach einer Organisationsidee berechnete und fortgehende physikalisch-chemische Combinationen, welche zur Herstellung der Gewebe nöthig sind, von selbst fort. Wie delicat freilich diese Bedingungen sein müssen, lehrt uns z. B. gerade die Vorsicht, welche die Natur braucht, indem sie einerseits für viele Wesen die Entwickelungsbedingungen möglichst erleichtert, anderseits, das häufige Mißlingen des Experimentes bei den sich entgegenstellenden Schwierigkeiten wohl voraus-

[1]) Repert. d. Anat. u. Physiol. Bd. VII.

sehend, durch die Zahl der Keime das Gelingen der Fortpflanzung zu garantiren sucht. Bei diesem Aufbau der Gewebe aber erscheinen mehre Gesetze, welche zum Theil mit den nothwendigen Modificationen auch in den Ernährungserscheinungen des Erwachsenen wieder kehren. 1) Nach dem Gesetze der isolirten Entstehung erzeugen sich z. B. in dem Cytoblastem der Muskeln zuerst isolirte Muskelfasern, und vermehren sich erst später so sehr, daß ein vollständiger Muskel herauskommt und die Zwischenreste des Cytoblastemes vorzugsweise zur Bildung des Perimysium verwandt werden. 2) Wie bei der Krystallisation zieht ein gebildeter Theil die Erzeugung fester Theile in seiner Nachbarschaft nach sich; die gebildete Muskelfaser ruft es hervor, daß sich neue Kerne um sie herum einstellen. 3) Gleich wie aber die Anhäufung und Vermehrung der isolirt entstehenden Theile nicht zufällig, sondern nach bestimmten später erscheinenden Organisationsplanen erfolgt, so daß ein voraus berechneter Organtheil herauskommt, so gehen auch oft bei dieser Vereinigung isolirt entstandene Theile zu bestimmten Verbindungen zusammen. Die einzelnen Zellenfasern und Umhüllungsfasern, die einzelnen Zahnröhrchen, die Kanälchen der Knochenkörperchen u. dgl. finden sich auf secundären Wegen, um Verbindungen einzugehen und nothwendige Organtheile herzustellen. 4) Ein schon gebildetes Element bedingt es, daß sich eine entweder ungleichartige oder gleichartige Masse in seiner Nähe erzeugt, oder daß gewisse Veränderungen in seiner Nachbarschaft vor sich gehen. Bei der heterogenen Umlagerung bestimmt der Kern, daß sich eine Zelle herumbildet. An der entstandenen Knochensubstanz erzeugen sich keine neuen Knorpel-, sondern Knochenzellen. Die Verhornung der Zellenwandungen leitet meist eine Resorption der Substanz des Kernes und Abplattung der Zelle ein u. dgl. mehr. 5) Aeußere Verhältnisse bestimmen die Ausbildungsweise einzelner Gewebtheile. Wo freie Oberflächen existiren, entstehen z. B. zelligte Gewebeelemente, während im Innern mehr eine Tendenz zur Faser- oder Zellenfaserbildung zum Vorschein kommt. Von der Variabilität der transitorischen Gewebformen war schon im Anfange dieses Abschnittes die Rede.

Obgleich es keinem Zweifel unterliegt, daß das geistige Princip der Bildungsverhältnisse der Organismen, die ordnende Idee, welche die einzelnen Theile an bestimmte der Harmonie des Ganzen entsprechende Stellen versetzt und successiv erscheinen läßt, für immer dem materiellen Sinne des Naturforschers entrückt sein wird, so läßt sich anderseits doch erwarten, daß die Wissenschaft nach und nach zur Erkenntniß und theilweisen künstlichen Nachbildung der physikalisch-chemischen Bedingungen, welche die Natur bei der Herstellung der einzelnen Gewebtheile in Anwendung zieht, gelangen wird. Am leichtesten dürfte zunächst die künstliche Zellenerzeugung durch heterogene Umlagerung gelingen, obgleich die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen noch sehr weit von dem Ziele entfernt sind. Ascherson machte auf das Phänomen aufmerksam, daß, wenn man Oel und Eiweiß zu einer Emulsion zusammenschüttelt, sich aus dem Albumen um die Oeltropfen ein eigener hüllenartiger Theil (seine Haptogenmembran), welcher das Zusammenfließen der einzelnen Tropfen hindert, bildet. Gelingt das Experiment gut, so sieht man zahlreiche größere und meist kleinere isolirte Oeltropfen, welche neben einander dicht vorbei gehen können ohne mit einander zusammenzufließen. Fügt man aber Wasser hinzu, so verschwinden mit einem Rucke viele der Oeltropfen, und häufen sich zu einer größern Oelmasse zusammen. Fast schöner noch gelingt der Versuch, wenn man Eiweiß mit Quecksilber anhal-

tend und kräftig bis zur Zertheilung schüttelt. Die einzelnen, nicht zusammenfließenden Kugeln erhalten sich hier selbst bei dem Eintrocknen. Sobald Wasser hinzukommt, so schwinden die isolirten Kugeln, und das Quecksilber bildet, besonders wenn es an der unterliegenden Glasplatte mehr anhaftete und so Cohäsion und Adhäsion gleichsam in Wettstreit kommen, oft sehr schöne zackige und netzförmige Figuren. Läßt man ein solches einem Quecksilberamalgam nicht unähnliches Präparat an der Luft etwas stehen, so daß die Eintrocknung beginnt, so erscheinen oft am Rande so reguläre Sprünge in dem getrockneten Albumin, daß man, besonders wenn sich in der Mitte ein Kügelchen von Luft oder von Quecksilber befindet, an Zellenbildungen mehr oder minder erinnert wird. Im Innern finden sich häufig runde zellenähnliche Gebilde, welche oft Risse oder gebogene Streifungen, ähnlich denen, welche die krystallinischen Kugeln darbieten, oder Strahlen ähnlich, wie man sie an der Oberfläche einzelner Fettzellen wahrnimmt, zeigen. Alle diese Phänomene, welche am Ende mehr oder minder bei jeder Emulsion wiederkehren, sind rein mechanisch, aber in ihrem Wesen von dem der Zellenbildung noch sehr weit entfernt. Höchstens lassen sich Erscheinungen, wie z. B. die Existenz einer dünnen die Milchkörperchen umgebenden Haut, theilweise damit parallelisiren, obgleich hier selbst die mehr verdünnte Beschaffenheit der Milchflüssigkeit einerseits die Formation der Haut um das öligte Milchtröpfchen nicht erklärt und anderseits nicht erläutert wird, weshalb die Hülle nicht durch Wasser, sondern als ein consistenteres Proteingebilde erst durch Essigsäure angegriffen wird. Gerade bei den Fettzellen zeigt sich, daß noch andere Dinge der Zellenbildung zum Grunde liegen müssen. Die Natur konnte hier den Oeltropfen, wie es bei der Emulsion der Fall ist, von einer Haptogenmembran umschließen lassen. Allein sie bildet wenigstens bei den ersten Fettablagerungen eine kernhaltige Zelle und läßt das Fett zuerst um den Nucleus als Zelleninhalt erscheinen und später die Zelle ausfüllen. Für die Leichtigkeit, mit welcher ähnliche Veränderungen, wie bei dem Organisationsprocesse, unter einfacheren physikalischen Bedingungen erfolgen, lassen sich vielmehr eine Reihe anderer Phänomene anführen. Schon oben wurde erwähnt, wie einzelne scheinbar granulirte Kerne durch Wasser, durch Eintrocknen u. dgl. zu vollständigen Zellen werden, und wie sich anderseits Kerne theils von selbst, theils durch den Effect von Wasser oder Essigsäure spalten können. Ein hierher gehörendes Beispiel bieten wahrscheinlich gewisse Arten von Chylus dar. Bei röthlichem Chylus des Ductus thoracicus des Hundes z. B. fallen neben den verschiedenen Formen von gewöhnlichen Chyluskörperchen oft einzelne auf, welche von hellen Zellenringen, so wie es Fig. 94 gezeichnet worden, umgeben werden. Das Chyluskörperchen erscheint dabei als einfacher oder als zerstückelter oder als in Zerspaltung begriffener Kern. Zugleich existiren Uebergangsformen zwischen bloßen Chyluskörperchen und diesen Zellen. Der Umstand, daß diese Bildungen nach Befeuchtung mit Wasser und bei dem Eintrocknen ebenfalls mehr in die Augen fallen, macht ihre künstliche Erzeugung durch physikalische Bedingungen sehr wahrscheinlich.

Der Zellenbildungsproceß zeigt sich anatomisch und genetisch als ein durchaus molecular selbstständiger, so weit er nicht durch physikalisch-chemische Wechselwirkung mit benachbarten Theilen influencirt wird. Dieses bedingt, daß man in der Physiologie den einzelnen Zellen und deren Metamorphosen ein eigenes, relativ selbstständiges Ernährungs- und Wachsthumsleben zuschreiben muß. Die bei weitem meisten Zellen zeigen hierbei keine

autokratische thierisch-physiologische Function, keine selbstständige animale Zusammenziehung. Allein eben so merkwürdiger als räthselhafter Weise treten bei einzelnen Zellen auch pulsatorische Bewegungserscheinungen auf. Hierher gehören nach den Beobachtungen von Siebold die Dotterzellen der Planarien, so wie die von R. Wagner beobachteten sogenannten Chromatophoren der Cephalopoden, welche während ihrer größten Contraction meist rundliche, während der größten Ausdehnung ramificirte Pigmentzellen darstellen, und von denen in dem zweiten Abschnitte bei dem Pigmente ausführlicher gehandelt werden wird. Wir wissen noch nicht, ob die Bewegung durch das Contractionsvermögen der Wandung oder durch Expansion des Zelleninhaltes oder durch gegenseitige Einwirkung beider Elemente zu Stande kommt. Auf den ersten Blick scheint es unmöglich, daß eine faserlose Wandung bedeutende Contractilitätserscheinungen darbiete. Allein am Ende reducirt sich von theoretischer Seite jede Contraction auf eine Annäherung der Molecule einer Substanz, und ist daher bei einer scheinbar einfachen Membran ebenfalls denkbar. Anderseits finden wir gerade in Betreff der Zusammenziehungen ein eigenthümliches Phänomen, welches hier anzudeuten der passende Ort sein dürfte. Es ist nämlich auffallend, daß das Herz des Fötus, ehe noch selbstständige Muskelfasern in ihm ausgebildet oder wenigstens in irgend bedeutender Menge vorhanden sind, schon sehr energische Pulsationen darbietet. Die einfachen Muskelfasern erscheinen am Ende permanent auf niederer Stufe der Ausbildung und ziehen sich nichts desto weniger energisch zusammen. In dem zweiten und dritten Abschnitte werden wir sehen, daß in dem contractilen Zellgewebe, z. B. der Tunica dartos, nicht in Fäden getheilte, sondern einfache, platte, d. h. auf einer frühern Stufe der Ausbildung befindliche Fasern existiren. Von der so sehr contractilen Cirkelfaserschicht der Arterien und den feinsten Capillargefäßen gilt etwas Aehnliches. Es scheint daher sogar, als ob bei dem Zellgewebe z. B. die Contractionsenergie gerade mit fortschreitender Entwickelung abnehmen könnte.

Für andere Bewegungsarten thierischer Elementartheile haben wir eben so wenig irgend genügende Erklärungsarten, wie für die Rotation des Zellensaftes der Pflanzen. Von der Flimmerbewegung wurde in dieser Beziehung schon in dem diese Erscheinung betreffenden Artikel gehandelt. Die Phänomene der Samenfäden werden in dem Artikel Samen besprochen werden. Hierher gehören ferner die merkwürdigen, zuerst von Henle wahrgenommenen, Bewegungen des mit Kugeln reichlich versehenen Inhalts der sogenannten Hodenbläschen des Blutegels, welche mich stets durchaus an das Charenphänomen erinnern, welche auch an isolirten Bläschen stundenlang anhalten, bei welchen ein Theil der sich oft wechselseitig drängenden Inhaltskörper dem Hauptstrome langsam folgt, während sich oft einzelne durchpressen, nicht selten bei ihrer Elasticität ihre Gestalt momentan ändern, sich drehen u. dgl. Das Phänomen kann an einer Stelle der Blase schon stillstehen, an der andern fortdauern. Eine Flimmerbewegung an der innern Oberfläche, wie bei den später zu erwähnenden Wimperblasen, ist nicht nachweisbar. Daß jedoch das Phänomen wahrscheinlich in die Kategorie der ebenfalls so räthselhaften Bewegungen der Samenfäden gehöre, zeigt der Umstand, daß ich außer den gegen Wasser sehr sensiblen Kugeln (Fig. 96. a) auch Samenfadenbündel, bei welchen ähnliche Gebilde als Centralkugeln dienten (Fig. 96. b), antraf, obgleich auch dann die Bewegung der herausgepreßten Kugeln wie der Fäden enthaltenden Zwischenmasse ausblieb.

II. Specielle Darstellung der einzelnen thierischen Gewebe und der Elemente derselben.

1. Elementartheile mit Formen der unorganisirten Körper.

Wie in den Pflanzen, so finden sich auch sowohl in dem thierischen als dem menschlichen Körper einzelne Elementartheile, welche entweder mehr oder minder vollständige reguläre Krystalle organischer oder unorganischer Substanzen sind oder in ihren Formen und dem Reichthume an unorganischen Bestandtheilen an einzelne Gestalten, die wir im Mineralreiche finden, erinnern oder zwar ein großes Quantum von feuerbeständigen Elementen besitzen, in ihrer Structur aber den unkrystallinischen unorganischen Massen analoger erscheinen. Hierher gehören die Krystalle, die krystallinischen Ablagerungen und der größte Theil der an unorganischen Substanzen reichen Elemente gesunder oder krankhafter Theile.

a) Krystalle.

Da die flüssigen und die festeren mit Feuchtigkeit durchtränkten thierischen Theile eine größere oder geringere Menge krystallisirbarer Stoffe aufgelöst enthalten, so erzeugen sich leicht Krystalle und krystallinische Bildungen, sobald die auflösende Mutterflüssigkeit durch Verdunstung oder auf anderm Wege davongeht. Fast jedes Fluidum des thierischen und menschlichen Körpers, das Blut, die Lymphe, die Thränenflüssigkeit, der Speichel, die Galle, der Harn, der Schweiß, die Amnios- und Allantoisflüssigkeit u. s. w. kann daher verschiedenartige Krystallisationen absetzen. Natürlich können die dann zum Vorschein kommenden Krystalle verschiedener Größe und Vollständigkeit, die Krystallnadeln, Dendriten u. dgl. als keine normale und integrirende Bestandtheile des Organismus betrachtet, als keine wahre regelmäßige anatomische Elemente desselben aufgeführt werden. Diesen näher stehen schon andere Reihen von Krystallbildungen, welche entweder dadurch hervorgebracht werden, daß flüssige oder halbflüssige Substanzen des Körpers durch normale Organisationsprocesse so sehr ausgezogen oder entwässert werden, daß sich einzelne krystallisirbare Substanzen niederschlagen, oder darin ihren Grund haben, daß die circulirenden Säfte, die Absonderungsflüssigkeiten und andere Fluida des Körpers mit krystallisirbaren Substanzen übersättigt oder durch andere Ursachen zur Ablagerung derselben angeregt werden. Zu der erstern Klasse gehören z. B. die in den Excrementen Gesunder und Kranker, bei dem Fötus, wie bei dem Erwachsenen vorkommenden, oft sehr zierlichen Krystallbildungen, die Krystalle und krystallinischen Absätze organischer und unorganischer Substanzen in verschiedenen Arten des Harnes, des Schweißes, welche sich oft bei dem Erkalten der erstern Flüssigkeit vermehren, die später zu erwähnende krystallinische Structur des Fettes, die Krystalldrusen, welche sich auf der an der Schalenöffnung von Helix algira abgesonderten Haut absetzen u. dgl. mehr. In die letztere Kategorie kommen die rhombischen Tafeln und Blätter von Cholestearine, welche unter verschiedenen pathologischen Verhältnissen in der Zelle selbst, den Adergeflechten des Menschen und des Pferdes, in einzelnen Concrementen der Schlagadern, der Bronchialdrüsen, der Lungen, in veralteten Kropfgeschwülsten, in einzelnen Hydatiden, bisweilen in der die Eierstockswassersucht erzeugenden Flüssigkeit und in dem Absceßeiter, so wie an der Innen-

fläche der schwarzen Hüllen in Weingeist aufbewahrter Eier von Sepien, unter der Haut von Weingeistexemplaren von Sepiola, beobachtet worden sind, die erdigen krystallinischen Ablagerungen bei Gicht u. dgl. mehr. Von allen diesen inconstanteren und zum Theil krankhaften Gebilden sind aber diejenigen Krystalle, welche als normale Theile des Organismus, gleich den weichen organisirten Geweben erscheinen, wohl zu unterscheiden. Sie kommen im Ganzen seltener und sparsamer als in manchen Pflanzen, wo sie z. B. nach Schleiden bei einzelnen Cacteen 85,5% ausmachen, vor, bestehen weder aus kleesaurer, noch aus phosphorsaurer, sondern aus kohlensaurer Kalkerde und zeigen meist combinirte Gestalten der Kalkspathkrystallisation, während Theile, welche ursprünglich auch vorherrschend aus kohlensaurem Kalke mit Beimischung geringerer Mengen von Schwefelsäure, Alkalien und Talkerde bestehen, in versteinertem Zustande, wie z. B. die petrificirten Echinodermen meist die Structur anderer oft einfacherer Krystallformen des Kalkspathes darbieten. Nur, wie es scheint, ausnahmsweise, herrschen bei diesen thierischen Krystallbildungen die rein rhomboedrischen Formen, wie nach Türpin in den Eiern von Helix adspersa, nach R. Wagner in dem Gehörsteine der Cephalopoden und einzelner Knorpelfische, nach Siebold und mir in den blinddarmförmigen Kanälen der weiblichen Geschlechtstheile der Schaabe vor. Bei den Sepien und einzelnen Knorpelfischen zeigen sie sich dann auch in ausgedehnterer Drusenform. Sonst, wie z. B. in den Gehörsteinformationen des Menschen, der Säugethiere, der Vögel, der Reptilien und zum Theil der Knorpelfische, in der Hirn- und Rückenmarkshöhle der letzteren, vorzüglich der Batrachier, und nach Ehrenberg der Fledermäuse, in den an den Zwischenwirbellöchern der Frösche befindlichen Kalksäckchen, zum Theil in den genannten Kanälen der Schaabe, in der Nähe des centralen Nervensystems vieler Mollusken, an den Randkörpern der Medusen u. dgl. sind sie auf den ersten Blick mehr isolirt, obgleich auch hier oft genug Zwillinge, Drillinge, Verwachsungen von mehren u. dgl. vorkommen und noch eine andere regelmäßige Aneinanderlagerung derselben eintritt. Während sie nämlich schon in dem Gehörorgane des Kalbes und wahrscheinlich auch in dem anderer Thiere und des Menschen zu bestimmten Massen gruppirt, und nicht in der Vitrine des Vorhofes und der Ampullen unregelmäßig zerstreut erscheinen, finden sie sich in den soliden Gehörsteinchen des Proteus, der Frösche und anderer Reptilien so regulär an einander gefügt, daß eine mehr sphärische Gestalt des Steinchens herauskommt. Bei der Mauereidechse beobachten sie oft in den weichen halbcirkelförmigen Kanälen, wo sie sonst mangeln, eine zierliche polyedrische Anordnung. — Meistentheils sind diese stets mikroskopischen Kryställchen sehr klein und nur unter den stärksten Vergrößerungen in ihren Einzelnheiten wahrnehmbar. Nehmen wir z. B. diejenigen, welche sich in dem menschlichen Vorhofe vorfinden, die aber im Wesentlichen mit denen anderer Vorkommnisse übereinstimmen, zum Muster, so erreichen die längeren und schmaleren von ihnen eine größte Länge von 0,013 P. L., während die kleinsten noch unter 0,001 P. L. herabsinken und nicht selten Molecularbewegung darbieten. Die Breite der größeren, langen steigt bisweilen auf 0,003 P. L., verringert sich aber auch bei den kleineren auf eine sehr bedeutende Weise. Bei durchfallendem Lichte hell, weiß bis sehr schwach weißgelblich erscheinen ihre Ränder, vorzüglich die abfallenden Flächen schattiger bis dunkel. Bei auffallendem Lichte sieht man sie weiß und spiegelglänzend. Während sich die abfallenden Seiten- und Endflächen durch weiße Farbe und Glanz aus-

zeichnen, ist das Innere mehr in der Farbe des dunkeln Grundes sichtbar, so wie es Fig. 1. dargestellt worden. Abgesehen von ihrer Kleinheit, welche hierzu die Anwendung der stärksten Vergrößerungen nothwendig macht (Ocular Nr. 4; Objectiv Nr. 4. 5. 6. der großen Schiek'schen Mikroskope), unterliegt die Bestimmung der Form dieser Krystalle deßhalb sehr vielen Schwierigkeiten, weil die Kanten, welche sich vorzüglich zwischen den Endflächen und den Seitenflächen befinden, bei der Undurchsichtigkeit und zum Theil der Spiegelung der Masse entweder gar nicht oder nur schwer kenntlich werden. Die meisten säulenförmigen Kryställchen sind hexagonale Prismen mit aufgesetzter dreiseitiger Endpyramide, deren Flächen denen des ersten Kalkspathrhomboeders entsprechen. Bisweilen scheint auch, wie Krieger ebenfalls angiebt, die Endpyramide sechsflächig zu sein. Bei manchen auf der Fläche liegenden Kryställchen sieht man manches Mal nur an einer Seite einen breitern Schattenstreifen, während sich an der andern Seite eine viel schmalere dunkle Linie befindet. Man könnte hierdurch auf die Idee kommen, daß man es mit vierseitigen Prismen oder mit einer Krystallgestalt nicht sowohl des Kalkspathes, als des Arragonits zu thun habe. Allein wenn einerseits das Vorkommen der Krystallformen beider Mineralien neben einander viel Unwahrscheinliches hat, so erhält man bei genauerer Betrachtung fast die Gewißheit, daß man hier mit einem hexagonalen, beiderseitig pyramidal zugespitzten Prisma, dessen Seitenflächen nur ungleich ausgebildet sind, zu thun habe. Die Flächen des ursprünglichen Kalkspathrhomboeders können ebenfalls eine ungleiche Ausbildung erlangen, sich mit den Flächen des zweiten schärfern Rhomboeders oder des Skalenoeders combiniren, oder es können die Kanten und Ecken weniger scharf ausgesprochen sein. Das Letztere findet besonders bei den kürzeren und breiteren Gebilden, welche sich durch ihre mandelförmige Gestalt auszeichnen, Statt. Ihre Kryställchen scheinen theils sehr kurze Prismen mit vorherrschenden Rhomboederflächen oder meist Combinationen von Skalenoedern und den beiden genannten Rhomboedern zu sein. Krieger führt auch Skalenoederzwillinge auf, die ich jedoch noch nicht mit Bestimmtheit beobachten konnte, obgleich natürlicher Weise ihr Vorkommen leicht möglich sein dürfte. Zur Unterscheidung der oft zarten Flächen diente mir noch am besten die Methode, das Rohr des Mikroskopes fast horizontal und daher die zwischen zwei Glasplättchen befindlichen Krystalle mit dem Objecttische beinahe senkrecht zu haben. Nichts desto weniger bleiben sehr viele Gestalten auch bei der größten Anstrengung auf eine sehr unbefriedigende Weise beobachtbar. Während aber viele von ihnen isolirt sind, erscheinen andere regelmäßig oder unregelmäßig an einander gewachsen, aufsitzend u dgl. Manche zeigen sich gebrochen und gesplittert. Ueber dem Feuer bräunen sie sich, werden aber bald wieder weiß, so daß bei ihrer künstlichen Trennung eine geringe Menge organischer Substanz zwischen ihnen existiren muß. Läßt man auf sie einen Tropfen Essigsäure oder Chlorwasserstoffsäure einwirken, so entbindet sich aus jedem Kryställchen ein Quantum von Kohlensäure, die bald in größeren Blasen erscheint. Einzelne Krystalle zeigen sich im Mittelstadium dieser Auflösung wie angefressen. Liegen sie z. B. bei der Kröte noch der Hirnhaut auf, so erkennt man oft an dieser nach vollendeter Kohlensäureentwickelung helle Gebilde, welche noch ganz die Contouren der früheren Kryställchen haben. Zum Theil scheinen dieses vielleicht feine organische Hüllen oder Grundlagen derselben zu sein. Bei Weingeistexemplaren von Batrachiern backen die Krystallhaufen, wie ich bei großen Subjecten von Bufo agua am deutlichsten sah, zum Theil

mit den anliegenden Hirnhäuten zu großen harten, oft zackigen, unregelmäßigen Massen, die aber nach dem Zerdrücken noch die gewöhnlichen Kryställchen zeigen, zusammen.

Die Entstehung dieser Gebilde, welche im Embryo schon frühzeitig auftreten, ließe sich ganz einfach so denken, daß sie aus einer in ihrer Nähe befindlichen an kohlensaurer Kalkerde reichen Flüssigkeit, abgesetzt würden. Allein wenigstens in mehrfachen Fällen sind sie auch als Zelleninhalt und zwar zum Theil in einer Weise, welche an analoge Phänomene des Fettes erinnert, beobachtet worden. Schon früher bemerkte ich, daß bei Schaaffötus von 6—7″ Länge im Gehörorgane je 3—4 Kryställchen einem Nucleus aufsaßen. Auch Krieger sah in der Larve von Pelobates fuscus Krystalle innerhalb der Zellen liegen. Carus, welcher eine embryonale, sich später bedeutend vermindernde Krystallablagerung in dem hintern Theil des Schädels der Natter wahrnahm, fand eben so, wie ich dieses früher bei den Kreidemassen der Schädel- und Wirbelhöhle der Froschlarven beobachtete, daß im Ganzen die größeren Krystalle mehr als in späterer Zeit vorherrschten. An der Schädel- und Wirbelhöhle der Batrachier und vorzüglich in den Otolithen junger Frösche erkennen wir, wenn wir die Vergleichung mit den Kryställchen des menschlichen Gehörorganes anstellen, dasselbe Gesetz wieder.

b) Schalige krystallinische Elemente.

Die Otolithen der Knochenfische und einzelner Knorpelfische zeigen oft eine mehr oder minder deutliche concentrisch schalige Structur, neben welcher sich bisweilen schon unter schwacher Vergrößerung ein strahlig faseriger auf die concentrischen Linien mehr oder senkrechter Bau erkennen läßt. Diese Verhältnisse schließen es dann aber nicht aus, daß die Gehörsteine bestimmte eigenthümliche rundliche, länglichrunde, platte Gestalten, rundliche Zacken an den Rändern, schöne Rosetten, geflossene Massen und dgl. darbieten. Zerbricht man sie, so haben sie meist unregelmäßige Bruchstücke, an denen hin und wieder ihre faserige Structur deutlicher wird. Die Fasern sind schmal und lang. Lassen wir z. B. auf ein kleines rosettenartiges oder geflossenes Gehörsteinchen, wie es in der Ampulle der halbcirkelförmigen Kanäle der Forelle gefunden wird, Essigsäure oder Chlorwasserstoffsäure einwirken, so entsteht wieder heftige Kohlensäureentwickelung. Die einzelnen blättrigen Massen, aus welchen die ganze Substanz besteht, werden deutlicher und bieten bald krystallinische, bald unkrystallinische End- und Seitenkanten dar, während an den angefressenen Rändern die einzelnen kleinen Fasern oder Stäbchen pallisadenartig hervorragen. Nach Krieger endigen diese Nadeln beiderseits spitz, gruppiren sich mehrfach an einander und erscheinen daher auch bisweilen in der Mitte schmaler, als nach ihren beiden Enden hin. Nach dem Aufhören der Kohlensäureentwickelung durch mäßig verdünnte Säure bleibt ein zartes organisches Skelett des Steinchens, welches nicht nur die frühere äußere Gestalt, sondern auch wenigstens an einzelnen Stellen die concentrische Schichtung und die strahlige Structur erkennen läßt und oft auch noch gleichsam krystallinisch reißt. Im Platintiegel geglüht, schwärzen sich diese Concremente, springen dann, besonders wenn sie frisch waren, mit Gewalt aus einander, bleiben lange dunkel, so daß oft ein Zusatz von Salpetersäure zur schnellern vollständigen Veraschung nothwendig wird, und liefern eine grauweiße Asche, welche vorherrschend, wo nicht allein aus kohlensaurem Kalke besteht.

Die sogenannten concentrisch schaligen krystallinischen Kugeln bilden, wo sie in einfachster Form vorkommen, sphärische Theile, in welchen um eine mehr oder minder gegen den Mittelpunkt hin befindliche Kernpartie concentrische, gleich oder ungleich breite Schichten herumgelagert sind. So sehen wir sie häufig in dem Chorion der Eidechsen (nach Purkinje, Raschkow und Henle in dem Zahnsäckchen des Menschen und einzelner Säugethiere), in dem Harne des Pferdes und des Esels, dem Hirnsande des Menschen und nach einer von mir ein Mal gemachten Erfahrung in dem zerstörten Auge des Pferdes. Die am nächsten stehenden Formen sind länglichrunde oder regulär oder irregulär nierenförmige oder Verschmelzungen mehrer Kugeln oder traubenförmige oder maulbeerartige Gestalten, so daß dann im letztern Falle ein solches Concrement einem Maulbeersteine aus dem Harne ähnlich wird. Neben diesen Formen finden sich noch oft, wie man aus den Figuren 2 a bis w gelieferten Zeichnungen besser, als aus langen Beschreibungen ersehen dürfte, die paradoxesten Steinchen z. B. in dem Hirnsande des Menschen, vorzüglich in den Adergeflechten, die man zu diesem Zwecke am besten durch eine Lösung von kaustischem Kali vorher durchsichtiger macht. Bei einem 18jährigen Jünglinge z. B. maßen hier die runden Kugeln 0,003 P. L. und noch weniger bis 0,040 P. L. und noch mehr. Längliche erreichten nicht selten einen Diameter von 0,060 P. L. Verwachsene werden so groß, daß sie dem freien Auge schon als Sandkörner auffallen. Während aber ferner Kugelgebilde der Art die rudimentäre mikroskopische Eischalenformation einzelner Amphibien, z. B. der Eidechsen darstellen und mehr verschmolzen und zum Theil größer die zierlichen Sterne der Testa an dem Chorion von Python tigris erzeugen, bedingen sie auch bei den Vögeln (und wahrscheinlich den Schildkröten) die Bildung der später continuirlichen Eischale wie die individuelle Entwickelung derselben und die auf einer Bildungshemmung beruhenden sogenannten schalenlosen Eier beweisen. — Die krystallinischen Kugeln haben sehr oft dunkele breitere Ränder und hellere Innentheile, so daß sie, wenn sie rund sind, oft auf den ersten Blick wie Luftblasen aussehen. Ich würde auch fast glauben, daß diese in manchen Fällen bei dem menschlichen Zahnsäckchen für krystallinische Kugeln angesehen werden. Sie sind in dem menschlichen Hirnsande meist weißlicher, in dem Urin des Pferdes gelblicher und zeigen in dem erstern meist mehr ihre concentrisch schalige (Fig. 2. *a. b. n.*), in dem letztern ihre strahlig auseinander laufende, faserige Structur (Fig. 3. *a*). Wie dieses in Betreff der größeren Kugeln der Fall ist, so findet auch dasselbe rücksichtlich der kleineren verwachsenen und aufsitzenden, welche die Maulbeerform und verwandte Gestalten erzeugen, Statt. Schon an vielen einfachen Kugeln, vorzüglich aus dem Harne des Pferdes, sieht man im Innern einen kernähnlichen Kreis und ganz im Mittelpunkte ein helles rundliches Körperchen. Bei verschmolzenen Kugeln kehrt dieses einfach oder selbst mehr oder minder doppelt wieder, wie ich dieses beispielsweise Fig. 3. *b.* gezeichnet habe und es selbst im menschlichen Hirnsande (Fig. 2. *o.*) mehr oder minder kenntlich ist. In anderen Kugeln grenzen sich wieder mehr nach der Peripherie und an dieser ein oder mehre hellere concentrische Kreise ab. In anderen endlich ist nur ein heller Mittelpunkt (Fig. 3. *a.*) sichtbar. Mit diesen Kugelgebilden sind aber die im Harne des Pferdes nicht selten vorkommenden Drusengebilde von Krystallen und krystallinischen Substanzen, die entweder einfache Massen oder Doppelgebilde (Fig. 3. *c.*) oder andere Formen darstellen, nicht zu verwechseln. Eine Reihe eigenthümlicher Verhältnisse entstehen, wie es

scheint, durch das (spätere) Wachsthum dieser Kugelgebilde, wie sie vorzüglich im Hirnsande vorkommen. Bei vielen derselben erscheint ein heller, durchsichtiger Rand (Fig. 2. b. m.), der oft so herum geht, daß man bei flüchtigem Anblicke glauben könnte, die Kugel liege in einem Zellgebilde (Fig. 2. f. z. r.) Auch an verschmolzenen Kugeln erscheinen häufig genug solche hellere, gleichfalls erdige Randtheile (Fig. 2. f. g. h. k.). Sie zeigen stets, wenn sie einige Breite haben, concentrische, oft wellenförmige Streifungen (Fig. 2. i. p. u.). Zerdrückt man die Kugeln, so springen sie meist strahlig (Fig. 2. s. t. u.), und wenn sie lang sind, oft quer (Fig. 2. w.), bisweilen etwas unregelmäßiger (Fig. 2. v.). Die Sprungstücke sind oft keilförmig und haben auch noch eine strahlig faserige Structur. Eben so findet man einzelne Faserfragmente nicht selten isolirt. Nach Behandlung mit Säuren bleibt ein organisches Skelett, welches die Form der frühern Kugel wiedergiebt, und oft die concentrisch schalige Structur auch noch sehr gut erkennen läßt. Dem Feuer ausgesetzt, schwärzen sie sich und veraschen oft, selbst in anhaltender Rothglühehitze und unter dem Luftzuge, sehr schwer. In der Asche bleibt wenigstens unzweifelhaft ihre Totalform und bisweilen ihre schalige Schichtung noch kenntlich. Im Hirnsande bestehen sie, aus sehr viel kohlensaurer und weniger basisch phosphorsaurer Kalkerde, mit welchen Bestandtheilen sich noch nach Stromeyer phosphorsaure Bittererde und Ammoniak, nach van Ghert etwas kohlensaures Kali verbindet. Größere Massen derselben aus dem Harne des Pferdes blieben sich zwar darin constant, daß sie sehr viel kohlensaure und viel weniger phosphorsaure Talkerde enthielten, allein die Procente dieser letztern wechselten, was wahrscheinlich von der Mischung älterer und jüngerer Zustände derselben abhing. Ich erhielt in zwei Analysen, welche mit der Asche angestellt wurden, in 100 Theilen:

	I.	II.	Mittel.
Organisches Skelett . .	8,55	8,63	8,59
Basisch phosphorsaure Kalkerde	7,563	7,630	7,596
Kohlensaure Kalkerde . .	78,940	78,761	78,850
Schwefelsaure Kalkerde .	2,991	3,216	3,104
Phosphorsaure Talkerde .	0,585	- -	0,293
Chloralkali	0,978	1,078	1,028
Chloralkali, Eisenoxyd und Verlust	0,393	0,685	0,539
	100,000	100,000	100,000

Hierbei ist die Bestimmung der Schwefelsäure aus Gründen, welche schon in dem Art. Ernährung angeführt worden, nicht ganz exact. Bei einer dritten Untersuchung, die ich an den frischen Concrementen anstellte, kam ich nur auf 6,10% basisch phosphorsaurer Kalkerde, dafür auf 84,95% kohlensaurer Kalkerde und 1,88 phosphorsauren Talkes.

Einen Uebergang zu der folgenden Abtheilung scheinen die Krebssteine zu bilden. An frischen geeigneten Exemplaren, welche keine concentrische Schichtung darbieten, sieht man dunkele Pünktchen und Linien, welche oft die Begrenzungen der allmälig abgesetzten Kalktheile, oft aber auch die Andeutungen

der inneren Structursprünge zu sein und bisweilen ein netzförmiges Ansehen anzunehmen scheinen. Auf feinen Schliffen, bei deren Zubereitung die Masse sich sehr leicht zerpulvert, stellt sich das Ganze durch eben jene Linien wie areolirt dar. Oft erscheinen bei ihnen, wie bei den frischen Steinen noch unregelmäßige, größere, dunkele Körperchen oder Flecke. Nach Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure bleibt ein sehr zartes, organisches Skelett, in welchem die früheren dunkelen Pünktchen in hellerm Zustande kenntlich bleiben, zurück. Nach Dulk enthalten diese Gebilde 15,76 % thierische Stoffe, 63,16% kohlensaure Kalkerde, 17,30 phosphorsaure Kalkerde, 1,30 phosphorsaure Talkerde und 1,41 kohlensaures Natron.

c. Unbestimmtere Massen.

Häufig erfolgen, vorzüglich unter krankhaften Verhältnissen Ablagerungen von unorganischen oder vorherrschend unorganischen Substanzen in Form von Körnchen oder unregelmäßigen, verschmolzenen, oft zackigen Massen, wie z. B. bei den Verknöcherungen in den Arterien, den venösen Klappen des Herzens, den dreizipfligen Klappen der Lungenarterie und der Aorte, den Concrementen der Bronchialdrüsen und der Lungen und dgl. Bei manchen Processen, wie bei der Vererbung vieler Entozoenbälge, z. B. von Trichina spiralis, scheinen solche an kohlensaurer Kalkerde reiche Ablagerungen, welche zuerst in Form von Körnchen auftreten, auch auf normalem Wege zum Vorschein kommen zu können.

2. Fett.

Das mechanisch abgelagerte Fett erscheint als ein eigenthümlicher Gewebtheil, welcher meist in den zwischen dem Zellgewebe befindlichen Räumen enthalten ist. Da es ein nach den verschiedenen Ernährungszuständen variirender Bestandtheil ist, so finden wir seine Mengen vorzüglich unter der Haut, im Gekröse, in den Netzen, der Nierenkapsel, in dem verbindenden und interstitiellen Zellgewebe und dgl. äußerst verschieden. Nur an einzelnen Stellen, wo die größeren Fettanhäufungen einen mechanischen Zweck oder besonders begünstigende Momente der Ablagerung darbieten, werden, wie z. B. in der Augenhöhle, an den Wangen, größere Quantitäten auch bei den magersten Personen vorgefunden. Nur bei dem geringsten Quantum von Fettablagerung erscheinen die Fettkugeln isolirter oder schwach traubenförmig aggregirt. Sonst bilden sie in Verbindung mit dem sie haltenden Zellgewebe größere Träubchen, Läppchen und dgl. mehr. Da das menschliche Fett im Leben sowohl, als bei gewöhnlicher Leichentemperatur flüssig bleibt, so erscheinen hier die meisten Fettkugeln als Oeltropfen, welche in einfachen Zellen eingeschlossen sind. Diese liegen dann in den Maschenräumen des Netzwerkes des Zellgewebes. Bei festeren Fetten, so wie bei dem Eintrocknen ereignet es sich oft, daß sie bei der Erstarrung einander gegenseitig drücken, eine polyedrische Gestalt annehmen [1]) und so Pflanzenzellen ähnlicher werden. Sie sind z. B. in der Fußsohle des Menschen rundlich bis länglichrund, messen in ihrem schiefen Diameter 0,010 bis 0,040 P. L.; zeigen vorzüglich dunklere seitliche Contouren, während ihr Inneres so durchsichtig ist, daß die Begrenzungen der darunter liegenden Fettkugeln deutlich hindurchscheinen, behalten diese Transparenz auch bei auffallen-

[1]) Oft sind nur eine oder mehre Flächen der Fettkugel gerader, die übrigen abgerundeter. Einzelne Endkugeln der Art zeigten auch wohl Furchungen und Einschnitte.

dem Lichte bei, haben hier weiße glänzende Ränder und erinnern in beiden Zuständen nicht selten an merenchymatisches Zellgewebe der Pflanzen. Durch Druck tritt ihr öliger Inhalt hervor und verbindet sich oft zu größeren oder mittelgroßen Tropfen, während reichliche kleinere, unter einander an Größe sehr verschiedene Fetttropfen an der Oberfläche der zurückbleibenden Hülle der Fettcysten aufliegen. Bisweilen existiren an einzelnen Stellen dieser Fettzellen aufliegende Körperchen, die auch oft an den Seitenrändern oder den Kantenwinkeln erscheinen. Bisweilen zeigen sich unter der Zellenwandung und an der Oberfläche des fettigen Zelleninhaltes in neuester Zeit von Henle und Jul. Vogel beobachtete sternförmige Figuren, welche der Letztere für Krystalle von Margarinsäure erklärt. Nach Anwendung von Säuren z. B. sehr energisch nach der von Vitriolöl, strömt das ölige Fett theils in kleineren Tropfen, die sich später oft zu größeren sammeln, theils von vorn herein in solchen hervor, während die früheren Formen der Zellen im Anfange noch kenntlich bleiben. Mit Essigsäure erfolgt ein ähnliches Austreten, nur langsamer und oft unvollständiger. Nach Ausziehen des Fettes mit Aether bleiben nach Henle die äußerst zarten Zellen, in welchen jenes eingeschlossen ist, in den früheren Formen zurück. Ganz etwas Aehnliches sah ich nach Behandlung mit mäßig verdünnter Schwefelsäure. In den ausgebildeten Zellen des schon dem freien Auge gelb erscheinenden Fettes kann man in der Regel keine unzweifelhafte Kernbildungen im Innern erkennen.

Die Entwickelung der Fettzellen ist im Ganzen noch nicht ganz vollständig gekannt. Schon früher bemerkte ich, daß sich, wenn man an den Leichen sehr abgemagerter Menschen die Haut z. B. über dem großen Brustmuskel abzieht und feine Schnitte des in geringer Menge vorhandenen gelbröthlichen Fettes untersucht, schöne, oft an ihren Wandungen granulirte, polyedrische Zellen mit meist kenntlichen blassen granulösen Kernen darstellen. Dem Centrum des Nucleus entsprechend liegt eine sehr große Fettkugel und concentrisch um diese, mehr oder minder zerstreut, eine größere oder eine geringere Menge kleinerer Fettkugeln. Offenbar hat Henle in dem Unterhautzellgewebe des Oberschenkels einer wassersüchtigen Leiche dasselbe, jedoch in einem etwas vorgerücktern Stadium, da er des Kernes nicht mehr erwähnt und manchmal schon in einer Schale zwei größere Bläschen existirten, wahrgenommen. Zugleich bemerkte er, daß die Zellen einzeln längs der Capillargefäße lagen — ein Verhältniß, welches wir bei den Pigmentzellen wiederkehren sehen werden. In dem gelbröthlichen, dem Rückenmarke aufliegenden Fette des Kalbes sah ich innerhalb einer durchsichtigen, bestimmt wandigen Zelle große Fettkugeln mit zerstreuten concentrischen kleineren. Hieraus erhellt wenigstens soviel, daß sich Fett in dem Innern von Zellen ablagern und hier zu einer gewissen Periode das eigenthümliche Verhältniß darbieten kann, daß eine größere Fettkugel oft entsprechend dem Kerne der Zelle gelagert ist, während sich kleine Fettkugeln rund herum befinden. Später vermehrt sich die Menge des Fettes, so daß wahrscheinlich durch Zusammenfließen der einzelnen Oeltropfen, abgesehen von der Vermehrung ihrer Substanz, die Fettkugeln größer werden. Die Zellenwand bleibt fein und harmonirt später in ihrer Totalform mehr oder minder mit der runden oder anderweitigen Gestalt der Fettkugel. Das Verhalten des Kernes bietet noch mehrfache Dunkelheiten dar. Schon Schwann zeichnete aus der Schädelhöhle einer jungen Plötze eine Fettzelle, bei welcher der große Oeltropfen fast den ganzen Innenraum ausfüllt und der länglichrunde mit einem Kernkörperchen versehene Kern excentrisch zwischen Zellenwand und Fettkugel liegt. Bei Weingeistexemplaren menschlicher wohlgenährter Früchte aus

dem fünften Monate sahe ich in dem Unterhautzellgewebe der Fußsohle theils Fettzellen, welche schon denen des Erwachsenen gleichen, von denen aber die mittelgroßen und zum Theil die größeren erst 0,008 bis 0,010 P. L. messen, auf denen oft einfache oder mehrfache kleinere Fettkugeln, die man nicht für Kerne halten darf, aufliegen, um welche nicht selten kleinere auch in den mannigfachsten Stellungen und wechselseitigen Anlagerungen stehen (Fig. 4. *a.*) und die selbst schon bisweilen an ihrer Oberfläche die strahligen Linien zeigen, theils andere Formen, welche über die Entwickelung mehr Aufschluß geben. Bei vielen erscheint die umgebende Zellenmembran viel deutlicher, als im Erwachsenen (Fig. 4. *b.*). Bei anderen erscheint innerhalb einer Zelle eine größere Fettablagerung, welche das Lumen der erstern nicht vollkommen ausfüllt (Fig. 4. *c.*). Der Rest der Zelle hat oft ein streifiges Aussehen und an der Wand erscheint ein längliches anliegendes Körperchen. An anderen Fettkugeln haftet eine Art von Nebenkörper mit ähnlicher Streifung (Fig. 4. *c.*) oder es sitzt ein mehr zellähnliches Gebilde, welches auch um einen nucleusartigen Theil concentrisch gestreift ist, auf (Fig. 4. *d.*). In anderen Fettzellen sieht man zwei Fettkugeln, welche sich oft an den einander zugewandten Wandungen abplatten, da hier häufig deutlich eine scheidende Zwischenwand hindurchgeht. Die Seitenwände der Mutterzelle sind entweder einfach (Fig. 4. *g.*) oder haben dieser Grenze zwischen den beiden Fettkugeln entsprechend eine Einschnürung (Fig. 4. *f.*), so daß man auch an eine Vermehrung dieser Fettzellen durch Theilung denken könnte. Die letztere Anschauung darf man jedoch nicht mit der von zwei isolirten und selbstständigen, jedoch eng an einander liegenden, Fettzellen verwechseln. Im Ganzen scheint daher die Ausbildung des Kernes, der wenigstens bisweilen mit der Zellenwand in innigere Beziehung treten dürfte, mit der Fettablagerung im umgekehrten Verhältnisse zu stehen. Auch die Zellenwände sind in größeren Fettcysten einfacher, als in den oben erwähnten Zellen mit unvollkommnerer Fettablagerung. Sie dehnen sich fast unzweifelhaft mit der spätern Vergrößerung der Fettkugeln aus. Es bleibt aber künftigen Untersuchungen vorbehalten, ob nicht überhaupt mehre Arten von Fettzellen selbst in dem Menschen und den höheren Thieren existiren oder ob jene granulirten Zellen später in gewöhnliche Fettzellen übergehen. Jedenfalls zeigen sich an vielen Stellen, welche später Fettanhäufungen haben, helle mit Nucleis versehene Zellen, deren Beziehung zu den späteren Zellen noch zu studiren ist.

Die chemisch gebundenen Fette und die als bloße Bestandtheile anderer Producte vorkommenden Oeltropfen und Fettmolecule, Secrete gehören natürlicher Weise nicht hierher. Auf die Verhältnisse, unter welchen das Fett als Pigment dient und selbst den Inhalt von verästelten Zellen, die sonst bei dem gewöhnlichen Fette nicht beobachtet werden, darstellt, kommen wir in dem nächsten Abschnitte zurück.

Das menschliche Fett, welches zu den flüssigeren Fetten gehört, ist gelb, hat ein spec. Gewicht von 0,932 (Krause) und keinen besondern Geruch. Sein durch Ausziehen mit kochendem Alkohol dargestelltes Stearin ist farblos, schmilzt bei 50° und erstarrt dann erst bei 41° in nadelförmiger Krystallisation. Das Elain desselben ist farblos bis gelblich von 0,913 spec. Gewicht, bleibt noch bei — 4° flüssig und schießt bei niederer Temperatur in Nadeln an (Berzelius). Das Fett des menschlichen Körpers besteht nach Chevreul aus 79,0% Kohlenstoff, 11,416% Wasserstoff und 9,584% Sauerstoff. Ueber sein Elain und seine Formel s. d. Art. Ernährung.

Von der Ablagerung des Fettes wurde auch schon in dem Art. Ernährung

gehandelt. Wo seine Existenz nach den verschiedenen Ernährungszuständen eine schwankende ist, scheint seine Deposition keinen ganz speciell bestimmten Zweck zu haben, sondern eben da, wo die günstigsten Bedingungen für dasselbe existiren, einzutreten. Es findet jedoch auch hier eine gewisse Reihenfolge Statt. Es setzt sich z. B. kein Fett in den Netzen und dem Gekröse ab, so lange nicht eine bedeutendere Menge desselben unter der Haut existirt. An den Stellen, wo es constanter vorhanden ist, dient es meist zu mechanischen Zwecken, um gerundete Formen hervorzubringen, um als weicheres Polster zu functioniren u. dgl., während es sich krankhaft leicht in großer Menge anhäuft, und so z. B. die immer wachsenden Lipome erzeugt, lagert es sich bei gewissen Verkrüppelungen des Wachsthums- und Ernährungsprocesses in größter Menge ab, beschränkt oder verdrängt die normalen Gewebtheile und erzeugt so die sogenannte Fettverwandlung der Muskeln, Nerven u. dgl. Hier erreichen auch die Fettkugeln oft sehr bedeutende Größen (bis 0,06 P. L.), wie ich bei einem Monstrum des Kalbes und dem einem 19jährigen Mädchen abgenommenen Unterschenkel, dessen klumpfußartig verbildeter Fuß seit dem ersten Lebensjahre bis auf schwache Bewegungen der großen und kleinen Zehe gelähmt war, sah.

3. Pigmente.

Färbungen, welche die einzelnen Gewebe darbieten, hängen natürlich theils von ihrer bleibenden physikalischen und chemischen Beschaffenheit, theils auch von den Verhältnissen der Stellung und Lage, in welchen sie sich befinden, ab. In ersterer Beziehung kann ein eigener Farbestoff existiren oder nicht. In letzterer erscheinen Theile durch ihre gegenseitige Anlagerung, durch das Hindurchscheinen verschieden gefärbter Gebilde, durch die farbige Brechung des Lichtes, welche in den zwischen ihren Elementartheilen befindlichen feinen Spalten stattfindet u. dgl. mehr, mehr oder minder eigenthümlich auf eine mehr bleibende Weise gefärbt oder in verschiedenen Farbennuancen irisirend. Das letztere und das bläuliche Schillern kann außer den obigen Gründen noch durch Reflex oder durch entoptische Farben hervorgerufen werden. Während z. B. die sehr feinen Sehnenfäden und Sehnenbündel grünlich, violett, röthlich u. dgl. schillern, während der Glanz und die Irisation des Tapetum der Säugethiere wahrscheinlich von ähnlichen feinen Fäden, welche sich in ihm vorfinden, abhängt, zeigen die sehr dünnen, länglichen, spießigen Blättchen, welche an dem Bauchfelle, der Regenbogenhaut u. dgl. bei den Fischen vorkommen, eben ihrer Dünne wegen bei durchfallendem Lichte mehr oder minder starke Schillererscheinungen, während sie haufenweise und auf dunklerm Grunde mehr optische Reflexphänomene bedingen. Alle diese Arten von Färbungen werden in der Regel nicht mit dem Namen des Pigmentes bezeichnet. Unter diesem versteht man oft nur diejenigen Colorationen, welche durch einen eigenthümlichen Zelleninhalt hervorgerufen werden, und die meist schwarz, braun, kupferfarben u. dgl. ausfallen. Die Körnchen, welche diese dunkelen Farbennuancen bedingen, heißen Pigmentmolecule. Während aber einerseits auch andere Färbungen als die oben genannten dunkleren auftreten können, vermag auch die Beschaffenheit der das Pigment erzeugenden Elemente von der jener obigen Molecule abzuweichen und z. B. rein ölig zu werden. Man sieht hieraus, daß man den Begriff des Pigmentes nur nach Einem vorzüglich häufigen Vorkommen desselben ziemlich unbestimmt und, wenn man will, auch unlogisch aufgestellt hat. Dadurch, daß diese Pigmentelemente als Zelleninhalt neben oder wenigstens primitiv unabhängig von dem Kerne erscheinen, stellen sie sich anatomisch gewissermaßen dem Fette parallel.

Beispiele von Pigmentirung durch eingestreute, oft den Blutgefäßen anliegende Fettkugeln geben die Regenbogenhaut der Eulen, von Fett als Inhalt von Zellen, welche die Verästelung mit den dunkelen Pigmentzellen gemein haben, die Bildungen, welche an der Pigmentmembran unter der Schale des Flußkrebses vorkommen. Nicht selten erscheinen bei verschiedenen Thieren Pigmentzellen mit gelbem, röthlichem, violettem Pigmente. Ein gutes Beispiel von gewissermaßen weißem Pigmente giebt der hornige weiße Fleck am Oberschnabel des Hühnerembryo. Macht man ihn durch etwas kaustisches Kali durchsichtiger, so erscheint er, da wo er noch nicht zu sehr angegriffen worden, bei auffallendem Lichte weiß. Bei durchfallendem dagegen stellt er sich als eine Aggregation von oft deutlich kernhaltigen Zellen mit kleinkörnigem Inhalte, ganz einerseits an embryonale Hornzellen erinnernd und anderseits an einfache Pigmentzellen, dar (Fig. 16.). Einer eigenthümlichen Art gefärbter Zellen begegnen wir z. B. an der Vorderfläche der Iris der Frösche. Schaben wir das hier befindliche goldgelbe Pigment ab, so finden wir gelbe, runde, rundlich eckige, längliche, einseitig geschwänzte und anderweitig gehörnte Zellen, von denen einzelne (wahrscheinlich wegen zu starker Pigmentbildung) keinen Kern zeigen, während dieser bei anderen gerade hell ist und durch seine Farblosigkeit oder die an seiner Stelle befindliche Helligkeit auffällt (Fig. 5. *a.*). Ein Mal sah ich eine helle Zelle, in welcher ein weißer von Körnchen und gelber Färbung befreiter Streif existirte (Fig. 5. *b.*). Bei einzelnen Zellen sieht man im Innern große, dunkelkörnige, mehr oder minder ins Röthliche fallende Massen. Andere zeichnen sich dadurch aus, daß sie einen großen rothen Körper gleich einem Nucleus darbieten (Fig. 5. *c. d.*). Bisweilen haften auch zwei Zellen in der Fig. 5. *e.* gezeichneten Gestalt an einander, oder bilden gar, wie die Leberzellen des Menschen, ganze Reihen; bisweilen hat die Zelle Fortsätze (Fig. 5. *f.*). Bisweilen erscheint neben dem rothen kernartigen Körper ein wieder durch Helle ausgezeichneter Kern (Fig 5. *g.*) u. dgl. mehr. Der schiefe Durchmesser der mittelgroßen länglichrunden Zellen der Art beträgt 0,012 P. L. Die langen erreichen Longitudinaldurchmesser von 0,022 P. L. und noch mehr.

Das gewöhnlich sogenannte schwarze oder körnige Pigment wird dadurch erzeugt, daß meist platte Zellen wahrscheinlich immer oder wenigstens meistentheils runde Pigmentmolecule als Inhalt in so reichlichem Maße besitzen, daß nach Maßgabe der vorhandenen Menge derselben dunkele braune bis schwarze Färbungen herauskommen. Diese Molecule sind sehr kleine, noch bei stärkeren Vergrößerungen dunkel erscheinende, unter einander verschieden große, meist rundliche, oft mehrfach an einander hängende Körperchen, welche im Wasser äußerst lebhafte Molecularbewegung darbieten und sich daher zu Beobachtung dieses Phänomens besonders eignen. Sie verlieren bei stärkeren Vergrößerungen nicht nur an Farbe, sondern zeigen sich bisweilen blaßgelblich mit dunkelen vollständigen oder unvollständigen oder auch fehlenden Randschatten, die oft verhältnißmäßig sehr bedeutend sind, und erscheinen dann meist rund, bisweilen länglich und bisweilen (wahrscheinlich durch Aneinanderfügung von zweien) biscuitförmig. Nach Henle sollen sie platt sein. Sie lösen sich nicht in kaltem oder warmem Wasser, in Aether oder Weingeist, in Oelen, in concentrirter Essigsäure und in verdünnten Mineralsäuren, so lange diese keine Zersetzung bewirken, obgleich sie im erstern Falle einen Stich in das Gelbe annehmen, sind aber nach langer Digestion in kaustischem Kali löslich (Berzelius). Zellen, welche die Pigmentmolecule enthalten, zeichnen sich sehr oft durch eine Geneigtheit zu sehr verschiedenen und zum Theil paradoxen Formen

aus. Seltener sind sie rund bis länglich rund, sehr häufig polyedrisch, ähnlich dem parenchymatischen Zellgewebe der Pflanzen, wie z. B. in der Choroidea des Menschen (Fig. 6.) und der Wirbelthiere (Fig. 7. *a.* aus dem Frosche). Oft findet man sie becherförmig (Fig. 7. *b. c.*) oder cylinderförmig bis champagnerglasartig (Fig. 7. *d. e.*), wie z. B. an der Choroidea des Frosches, oder streifenartig (Fig. 8.), bald haben sie stachelige Fortsätze, ähnlich älteren Epitheliumzellen, bald anderweitig paradoxe Gestalten, wie an der Aderhaut der Vögel u. dgl. mehr. Eine große Mannigfaltigkeit der Formen entsteht endlich dadurch, daß die Pigmentzellen mit einfachen oder mehrfachen Verlängerungen versehen und so verästelt oder zu Pigmentramificationen werden. Diese sind entweder einfacher, wie z. B. Fig. 8. *a.* aus der menschlichen Choroidea (Lamina fusca), oder zusammengesetzter, bis sie endlich vielfach verzweigt werden und sich häufig unter einander vereinigen, wie wir dieses z. B. an den Pigmentramificationen der Haut des Frosches sehen. Die Aeste der Zellen bleiben hier bei den einfacheren Formen einfach, theilen sich aber auch oft, z. B. in der Haut der Frösche. Herrschen die Seitenäste vor, so erscheint der eigentliche Zellenkörper als ein dickerer mittlerer Theil. Oft bilden sich an diesem durch Einschnürungen unvollständige Abtheilungen, von denen erst die wahren Aeste ausgehen. Oft haben die letzteren einfache oder büschelige haarförmige Fortsätze u. dgl. mehr. Natürlicher Weise liegen die Pigmentzellen, wo sie verästelt sind, isolirt. Ihre Zweige haben aber die Tendenz, von benachbarten Stellen zusammenzustoßen und sich in selbst verhältnißmäßig großen Entfernungen, wie durch eine gegenseitige Anziehung geleitet, aufzusuchen. Bisweilen lassen sich noch die trennenden Zwischenwände deutlich wahrnehmen. Bisweilen ist dieses aber unmöglich, ohne daß sich jedoch bei der Menge des Pigmentes auf ihren Mangel mit Bestimmtheit schließen ließe. Wo aber diese Pigmentramificationen vorkommen, erzeugen sie selbst bei der allseitigsten Verbindung keine vollständige Schwärzung, sondern es bleiben zwischen den Astvereinigungen größere oder kleinere helle Lücken übrig. Durch manche äußere Verhältnisse können auch noch eigenthümliche Abweichungen in ihren wechselseitigen Zweiganastomosen hervorgerufen werden. In der Haut des Frosches z. B., wo sie in Verbindung mit dem neben ihnen vorkommenden rothgelben und gelben Pigmente die Mündungen der Hautdrüsen zu umgeben haben, erzeugen sie allein oder zum Theil mit den Zellenkörperchen rundliche, vollständige oder unvollständige Kränze, welche die Drüsenmündung umschließen. Oft kommen von mehren benachbarten Pigmentramificationen zahlreiche Pigmentäste zusammen und stellen diese Kranzbildung, in welcher sich häufig angeschwollene Partien zeigen, dar. Man sieht überhaupt leicht, daß die unendliche Mannigfaltigkeit, welche hier stattfindet, durch Wort oder Abbildung nicht wiedergegeben werden kann. Nicht minder groß sind die Verschiedenheiten, welche sich rücksichtlich des Baues der Zellenwände und des Inhalts der Pigmentzellen darbieten. Bei vollständig gefüllten Zellen lassen sich die Wandungen entweder gar nicht oder nur an den Rändern oder im verletzten Zustande der Zelle wahrnehmen. Bei den polyedrischen dicht an einander gelagerten Formen erscheinen zwischen den dunkelen polygonalen Flecken helle Streifen, die, wie die genauere Untersuchung lehrt, nichts als die (doppelten) Wände der an einander liegenden Zellen sind. Wo die Füllung unvollständiger ist, läßt sich dann an dem leeren Theile die Wandung deutlicher beobachten. In der Choroidea des erwachsenen Frosches z. B. bemerkt man von vorn herein, daß sie hier derb ist und so gewissermaßen an die späteren Stadien der Epithelialzellen erinnert. An ihr erkennt man oft ein granulirtes Wesen, oft deutlich

gesondert erscheinende anliegende Körnchen, die nicht immer Pigmentmolecule sind. Bei genauerer Betrachtung der letzteren fallen häufig Streifungen, die bald mehr longitudinal (Fig. 7. *b.*), bald anders gerichtet verlaufen, und die sich bisweilen wie knotige Fädchen darstellen, auf. Ja es hat nicht selten, vorzüglich an den Zellenenden, den Anschein, als seien die Pigmentmolecule oft auch linienartig gestellt. Bei völlig gefüllten Pigmentzellen ist im unverletzten Zustande der Kern nicht sichtbar. Da aber bei geringerer Füllung die Gegend des Kernes entweder ganz frei bleibt oder pigmentärmer ist, so erscheint dieser dann als ein in der Zelle befindlicher heller, mehr oder minder runder Theil (Fig. 7. *a.*, Fig. 8.), welcher oft wie ein Loch aussieht und früher auch häufig dafür gehalten worden ist. Bei weniger gefüllten Zellen zeigt er sich meist noch deutlicher. In den cylindrischen Zellen der Choroidea des Frosches liegt er oft oben in dem von Pigment freiern Theile und bietet ein deutliches Kernkörperchen dar (Fig. 7. *d. e.*). Bei allen diesen Formen erscheint er farblos. Bei den schon mehrfach genannten Pigmentzellen aus dem Auge des Frosches finden wir noch oft ein, selten mehre, meist rundliche und bisweilen mit deutlichen doppelten Contouren versehene, gelbröthliche bis gelbliche Körperchen (Fig. 7. *c. g.*), welche leicht für Kerne gehalten werden. Ich habe jedoch Zellen gesehen, die außer diesem Körperchen an pigmentloseren Stellen einen deutlichen rundlichen und farblosen Nucleus darboten. — Bei den Pigmentramificationen in der unter dem Hautskelette der Krebse liegenden gefärbten Membran, in welchen die Färbung durch einen entschieden öligten Inhalt erzeugt wird, sind die Gesetze ihrer anatomischen Bildung den verästelten Zellen des schwarzen Pigmentes analog.

Da das körnige Pigment nicht sowohl ein ursprünglicher eigenthümlicher Gewebtheil ist, als durch die Ablagerung der dunkel schwarzbraunen, bei stärkeren Vergrößerungen heller erscheinenden Körnchen als Zelleninhalt (gleich dem Fette) hervorgerufen wird, so erhellt schon hieraus, daß einerseits seine Zellen auch ein anderes Contentum führen und so theilweise oder gänzlich anders erscheinen, und daß anderseits seine Ablagerung in sehr verschiedenem Grade Statt zu finden vermag. Schon einzelne Stellen der Zellen selbst und vorzüglich die Enden der Aeste der Pigmentramificationen enthalten oft kein Pigment, zeigen aber, wenn auch meist sparsamer, Körnchen, die man vielleicht mit Recht mit dem Namen eines weißen bis grauen Pigmentes belegen könnte. An den Augen von Albinos der Kaninchen fehlen nicht die Pigmentzellen der Choroidea. Sie führen nur keine oder höchst sparsame dunkele Pigmentmolecule. Ja wahrscheinlicher Weise gehören die verschiedenen Verhältnisse der Hautfarbe des Menschen ebenfalls hierher. Da die den Neger charakterisirenden größeren, oft polyedrischen Pigmentzellen zwischen der Epidermis (dem Malpighi'schen Schleime) und der Lederhaut liegen, so läßt sich vielleicht denken, daß diese Zellen nicht stets unverändert bleiben, sondern ebenfalls mehr verhornen und bei fortgesetzter Verhornung farbloser werden. Noch annehmbarer dürfte dieses vielleicht in Betreff der kleineren Pigmentzellen sein, welche an dunkelen Hautstellen hellerer Racen vorkommen, so daß dann etwa Pigment und Verhornung in einem gewissen umgekehrten Verhältnisse ständen. Da es aber zur Pigmentbildung nur des eigenthümlichen Zelleninhaltes bedarf, so erhellt hieraus, weßhalb wir so oft die Pigmentzellen zerstreut finden und sie sich so leicht in krankhaften Ablagerungen erzeugen. Wie bei dem Fette, scheint auch das Pigment, wenn es besonders in verästelten Pigmentzellen enthalten ist, häufig eine besondere Tendenz zu haben, den Blutgefäßstämmen und zum Theil den Nerven-

stämmen und Ganglien zu folgen, wie z. B. die Choroidea des Auges, das Gekröse und der sympathische Nerve der Frösche sogleich darthun.

Die Entwickelung der Pigmentzellen läßt sich am besten an der Choroidea des Auges im Embryo beobachten. Zuerst entstehen um ihre verhältnißmäßig großen Kerne die dann noch farblosen jungen Pigmentzellen und bilden bald in ihrer gegenseitigen Abplattung eine zierliche Mosaik. Nicht nur entsteht aber die Zellenmembran bei dem Hühnchen früher, als die Pigmentmolecule, sondern es zeigt sich auch, ehe diese auftreten, ein Inhalt, dessen unter stärkeren Vergrößerungen gelblich erscheinende Körnchen von den Pigmentmoleculen wohl zu unterscheiden sind und die eher an die farbloseren Körnchen, die, wie erwähnt wurde, auch in den Pigmentzellen Erwachsener bisweilen vorkommen, erinnern. Die Ablagerung der Pigmentmolecule erfolgt (wiederum dem Fette entfernt analog) vorzüglich um den hellen, bei dem Menschen 0,003 bis 0,004 P. L. gewöhnlich messenden Kern, so daß dieser von der Fläche gesehen in der Mitte hell, an seiner Peripherie dunkel erscheint (Fig. 9.). In anderen Ansichten bilden die Pigmentmolecule verschieden gestaltete Flecke mit oder ohne einzelne zerstreute Körperchen. Vermehrt sich die Anhäufung der letzteren, so füllen sie die ganze Zelle aus und verdecken endlich häufig den Kern gänzlich. Schon sehr frühzeitig bilden sie an einander hängende Haufen. Ob aber ein Bindemittel oder eine Flüssigkeit oder gar kein besonderer Stoff zwischen ihnen enthaten sei, läßt sich kaum mit Sicherheit entscheiden, da ihre oft langsamere Loslösung durch Einwirkung von Wasser oder Säuren ebenfalls einer mehrfachen Deutung fähig ist. Wenn Schwann daraus, daß er die Molecularbewegung innerhalb der Zellen gesehen hat, den Schluß macht, daß der übrige Zelleninhalt flüssig sein müsse, so läßt sich dagegen einwenden, daß bei minder gefüllten Pigmentzellen oder solchen mit zarteren Wandungen das befeuchtende Wasser endosmotisch eindringen und so erst die Molecularbewegung hervorrufen kann. Die Entstehung der Pigmentramificationen können wir uns nach den vorkommenden Mittelformen kaum anders denken, als daß die ursprünglichen Pigmentzellen Aeste treiben und auch in diesen mehr oder minder Pigmentmolecule als Inhalt empfangen. Die Ablagerung des Pigmentes selbst ist zwar in benachbarten Zellen mit ihren bogenartigen, halbmondförmigen und unvollständig kreisförmigen Haufen bald nach der einen, bald nach der andern Seite gerichtet. Allein auch hier dürften gewisse Gesetze existiren. Indem nämlich in manchen Zellenreihen mehr homogene Pigmenthaufen hervortreten, erscheinen, wie man z. B. in der Pigmentlage der Aderhaut eines dreimonatlichen menschlichen Fötus sehr schön sieht, gewisse unregelmäßige bis quincunxartige Netzlinien, in welchen dann sich später kleinere Kreise einzeichnen.

Bei Untersuchung der chemischen Beschaffenheit des abgeschabten schwarzen Pigmentes des Auges im Großen hat man natürlicher Weise nicht etwa eine reine Ansammlung von Pigmentmoleculen, sondern auch noch fremde Gemengtheile, vorzüglich Zellen und Zellenreste, in denen das Pigment enthalten war, Zellgewebe, Gefäße u. dgl. Es läßt sich daher aus Elementaranalysen dieser Massen kein ganz definitiver Schluß in Betreff der ursprünglichen Zusammensetzung jener Pigmentmolecule machen. Allein wenigstens kann man die in ihnen vorherrschenden Mengen von einzelnen Elementarstoffen mehr oder minder deutlich erkennen. Nehmen wir aus den drei Elementaranalysen, welche an dem schwarzen Pigmente des Rindsauges von Scherer angestellt worden, das Mittel, so haben wir 58,284% Kohlenstoff, 5,918% Wasserstoff, 13,768% Stickstoff und 22,030% Sauerstoff. Versuchen wir diese Werthe vorläufig in eine Formel zu bringen, so hätten wir $C_{35}\ H_{43}\ N_{7}\ O_{10}$. Denn diese be-

rechnet gäbe 58,63% Kohlenstoff, 5,88% Wasserstoff, 13,58% Stickstoff und 21,91% Sauerstoff. Reduciren wir jene Formel auf C_{48}, so haben wir C_{48} H_{59} N_{10} O_{14}. Da nun bei dem Protein auf 48 At. Kohlenstoff 72 At. Wasserstoff und 12 At. Stickstoff kommen, so erhellt hieraus, daß das Pigment viel reicher an Kohlenstoff- und ärmer an Wasserstoff- und den Stickstoffatomen ist. Der procentige Gehalt an Kohlenstoff ist überhaupt wahrscheinlich der größte unter allen thierischen Theilen. Wenigstens übertrifft er den des Protein, der Colla, des Chondrin, der mittlern Arterienhaut und der Hornsubstanz.

Bei dem Menschen und den meisten Thieren zeigen die Pigmentzellen, welche Gestalt sie auch haben mögen, keine auf momentanen Lebensbewegungen beruhenden Volumensveränderungen. Dagegen bieten die schon oben erwähnten verschiedenartig gefärbten Pigmentzellen in der Haut der Cephalopoden die hier sogenannten Chromatophoren, wie R. Wagner zuerst beobachtete, gewissermaßen pulsatorische Bewegungen dar. Hat man ein Stückchen Haut, welches eben von einer lebenden oder wenigstens noch reizbaren Sepie entnommen worden, unter dem Mikroskope, so sieht man theils von selbst, theils durch den Reiz des Druckes oder anderer äußerer Einwirkungen viele Zellen sich bald zu einem kleinen rundlichen Gebilde zusammenziehen, bald dagegen sich oft um das Fünffache ihres Volumens ausdehnen und zahlreiche Fortsätze treiben, so daß man während dieser pulsatorischen Contractionen und Expansionen gewissermaßen die verschiedenen Formen, welche jede Pigmentramification in dem Verlaufe ihrer individuellen Entwickelung darbietet, rasch hinter einander vor Augen erhält. Ist die Zelle verkleinert, so sind auch die Pigmentmolecule dicht an einander gehäuft und erzeugen so einen schwarzen Fleck. Je mehr sich dagegen die Zelle ausdehnt, um so mehr zerstreuen sie sich in der Flüssigkeit, welche neben dem Nucleus in dem Zellenraume wahrscheinlich enthalten ist. Die Färbung wird daher blasser und kann auch ganz verschwinden. Daher das verschiedene Erblassen und sich Färben der Haut der Cephalopoden nach äußeren und inneren Reizen im Leben und unmittelbar nach dem Tode. Diese Zellen liegen theils in einer eigenen Schicht unter der Haut, die sich bei Weingeistexemplaren leicht loslösen läßt, theils in der Lederhaut eingebettet. Hier findet man sie dann in sehr zusammengezogenem oder mäßig contrahirtem Zustande. Bei den zusammengezogenen, vollständig mit Pigment gefüllten ist die Zellenmembran oft als eine einfache oder doppelte Contourlinie kenntlich. Anderseits erscheinen auch Zellen, in welchen nur ein Theil des Innenraumes durch eine unregelmäßige, sternförmige oder rundliche mit Fortsätzen versehene zusammengeballte Pigmentmasse ausgefüllt wird. Bei anderen endlich ist das Pigment noch zerstreuter. Doch darf man diese nicht mit künstlichen hervortretenden Oeltropfen, an welchen Pigment haftet, verwechseln. Betrachtet man z. B. bei Weingeistexemplaren von Sepiola isolirte, nicht vollständig gefüllte Chromatophorenzellen unter stärkerer Vergrößerung, so bemerkt man an den Wandungen ein streifiges bis körnig streifiges Aussehen, das weniger auf eigentlicher Faserbildung, als auf Faltung beruhen dürfte Kaustisches Kali greift zuerst die violetten bis rothen und dann die dunkelen Pigmente dieser Schichten sehr leicht an und löst sie auf.

Nur bei dem Auge kennen wir mit Sicherheit einen Nutzen des schwarzen Pigmentes, da seine Abwesenheit bei den Albinos, vorzüglich des Menschen, mit einer eigenen Empfindlichkeit gegen das Licht verknüpft ist. Unbekannter erscheint schon seine Bestimmung in der Haut der dunkelen Rassen, da sich einerseits die Ansicht von Home, daß es die sengende Einwirkung der Hitze

verhüte, nicht bestätigt hat, und anderseits die Meinung, daß es zur Erzeugung größerer Wärmestrahlung des Nachts und bedeutenderer Ausdünstung diene, auch nicht ausreicht. Der Zweck seiner Ablagerung an so vielen anderen Körperstellen ist völlig unbekannt. Wie das Fett, so bilden die Pigmentmolecule wahrscheinlich ein Nebenproduct gewisser Ernährungsprocesse und erscheinen dann bald in isolirten, bald in vielfach gruppirten und zusammengehäuften Zellen. Gleichwie in gewissen Krankheiten Fett, so sehen wir auch in anderen Pigment sich ablagern (Melanose). In eigenthümlicher Beziehung dürften auch die Pigmentmolecule zu den Hornstoffgebilden stehen, da sie sich häufig an diesen finden, und anderseits, wie schon bemerkt wurde, mit fortgesetzter Verhornung oft zu verschwinden scheinen. Da die verästelten Zellen für die Anwesenheit der Pigmentmolecule so charakteristisch sind, so dürften auch diese und die Ramification in wechselseitiger Beziehung stehen. Dagegen ist ihr Erscheinen keine Bedingung für das Verschwinden des Kernes.

4) Horngewebe.

Wie die Natur die eigenthümlichen Formen der Fett- und der Pigmentgewebe dadurch herstellt, daß sie gewissen, sich später auch zum Theil eigenthümlich metamorphosirenden Zellen einen besondern, den Charakter des Ganzen bestimmenden Inhalt giebt, so erzeugt sie das Horngewebe durch eine eigenthümliche Metamorphose der Wandungen bestimmter Zellen und scheint sogar hierbei die selbstständige Existenz und Entwickelung anderer einzelner Theile, vorzüglich des flüssigen Zelleninhaltes, wesentlich zu beeinträchtigen. Diese Entwickelungsveränderung der Zellenwände nennt man den Verhornungsproceß derselben. Früher dünn, durchsichtig und bisweilen so zart, daß sie durch die bloße Einwirkung des Wassers zu Grunde gehen, werden sie derber, wahrscheinlich auch in bedeutenderm oder geringerm Grade dicker, erhalten ein eigenes mattes, grauweißes, halbdurchsichtiges bis undurchsichtiges, granulirtes, seltener zugleich bestimmt streifiges Ansehen, zeigen oft discretere, abgelagerte Körnchen und widerstehen den Einwirkungen der Säuren und der Fäulniß mit um so größerer Intensität, je stärker sie verhornt sind. Wahrscheinlich steht auch hiermit ihr Wasserreichthum in mehr oder minder umgekehrtem Verhältnisse. Wie es scheint, wird zugleich die Hornsubstanz auf Kosten des Zelleninhaltes, vorzüglich des flüssigen, erzeugt. Denn dieser verliert sich bald. Noch etwa vorhandene körnige Gebilde desselben schwinden oder lagern sich an der Innenfläche der verhornten Zellenwände ab und scheinen hier anzukleben oder anzuwachsen. Während der Nucleus bei den Fettzellen mit dem fetten Inhalte selbst in ein gewisses feindliches Verhältniß zu treten scheint, sich dagegen bei dem Pigmente auch bei sehr reicher Füllung der Zelle mit Pigmentmoleculen noch erhält, so legt der Verhornungsproceß seiner Existenz auch wenigstens bis zu einem gegewissen Grade keinen Zwang an, da wir ihn noch bei schon stark verhornten Blättchen z. B. der Oberhaut häufig genug bald körnig, bald einfach und heller antreffen. Später bei größerer Vermehrung der Hornsubstanz werden die Zellenwandungen so undurchsichtig, daß sich in vielen Fällen nicht bestimmen läßt, ob der Nucleus existire oder nicht. Zuletzt scheint er allerdings zu schwinden, da selbst Reagentien, welche die Hornwandungen wiederum durchsichtiger machen, oft keine Spur desselben mehr anzeigen. Wie aber bei den Fettzellen die runde Form die vorherrschende ist, wie die Pigmentzellen eine constante Neigung zur Verästelung so sehr häufig erhalten, so zeigt sich bei den verhornten Zellen, sobald besonders der Verhornungsproceß bedeutender

ist, eine gewisse Tendenz, platt zu werden, alles Zellenlumen so sehr zu verlieren, daß selbst der noch vorhandene Kern eine Hervorragung bedingen kann, und auf diese Art in Blättchen überzugehen. Indem sich dann diese Lamellchen, welche ohnedieß schon durch ihre Verhornung härter und dichter sind, mit ihren Flächen in mehr oder minder bestimmten Stellungen eng an einander legen, erzeugen sie oft so ohne das Dazwischentreten bedeutenderer unorganischer Bestandtheile sehr harte Gebilde. Hierbei zeigt sich aber noch ein Verhältniß, welches noch nicht ganz klar erforscht ist. Während nämlich mäßig stark verhornte Zellen, wie z. B. die obersten Schichten der Epidermis, nicht nur keine Neigung zu innigerer Verwachsung zeigen, sondern selbst eine leichte Isolation darbieten können, finden wir bei compacten Horngebilden die einzelnen Zellchen und Blättchen so zusammengewachsen, daß sie auf feinen unvorbereiteten Schnitten unter dem Mikroskope gar nicht wahrgenommen werden können, sondern daß man dann gar kein deutliches Structurverhältniß, eine granulirte Substanz, undeutliche Bruch- und Rißflächen, vollständige oder unvollständige Linien, welche durch die blättrige Anordnung erzeugt werden, u. dgl. wahrnimmt. Hier bildet dann die Schwefelsäure ein unersetzliches Reagens. Sie sondert die einzelnen Zellen auf eine kenntliche Weise von einander und macht sie zum Theil durchsichtiger. Auch kaustisches Kali leistet, jedoch in geringerm Grade, ähnliche Dienste. Da so starke Reagentien zur Trennung dieser in hohem Grade verhornten Zellen und Blättchen nothwendig sind, so läßt sich vermuthen, daß nicht das bloße Antrocknen, sondern eine sehr compacte und den gewöhnlichen Einwirkungen energischen Widerstand leistende, wahrscheinlich hornige Intercellularsubstanz die enge Vereinigung der Hornblättchen bewirke. Ob sie mit dem Verhornungsstoffe der Wände identisch sei oder nicht, läßt sich für jetzt noch nicht bestimmen. Wir sehen nur, daß häufig die Schwefelsäure die einzelnen Hornzellen früher isolirt, also ihre Intercellularsubstanz eher auflös't, als die Wandungen selbst auf eine sehr bedeutende Weise angegriffen werden. Eine andere Eigenthümlichkeit dieser stärker verhornten Gebilde besteht endlich noch darin, daß sich in ihnen Räume und Kanäle, sogenannte Hornkanäle, die dann meist mit Luft gefüllt sind, ausbilden. Wie bei den Markkanälchen des Knochens die einzelnen Knochenlamellen mit ihren Knochenkörperchen um das Lumen von jenen mehr oder minder concentrisch herumgehen und in ihrer concentrischen Anordnung ihrem longitudinalen Verlaufe meist folgen, so bemerken wir ähnliche Verhältnisse zwischen den Hornkanälen und den aus einzelnen Lamellen bestehenden Hornblättern. Auch in manchen anderen Beziehungen, wie z. B. in ihrer bisweiligen Aufnahme von Kalkablagerungen nicht bloß in ihre Masse, sondern auch in Höhlungen, welche den Knochenkörperchen und deren Strahlen analog sind, erinnern compactere Hornmassen bisweilen an Knochenbildungen.

Der Ablagerungsproceß der Hornsubstanz ist gleich der Bildung der Verdickungsschichten in den Pflanzenzellen ein secundärer Vorgang und setzt eine größere oder geringere Reihe von Vorläuferbildungen voraus. Die meisten aus Horngewebe zusammengesetzten Theile sind so geschichtet, daß in der Nähe derjenigen Stelle, in welcher die ernährenden Blutgefäße verlaufen und die man als ihre Matrix bezeichnet, die jüngsten, an dem entgegengesetzten Ende die ältesten Lagen vorhanden sind, und daß zwischen diesen beiden Endpunkten eine mehr oder minder successive Reihe von Entwickelungsstadien der Hornzellen und von Intensitätsgraden des Verhornungsprocesses existirt. Bei den nicht horizontal geschichteten Horngebilden, wie z. B. den Haaren, existiren auch nichts desto weniger die jüngsten Bildungen in der Nähe der Matrix. Hier-

aus läßt sich nun schließen, daß die Ernährungsflüssigkeit zuerst verwendet werde, um neue Zellenkerne zu erzeugen. Der Rest werde dann zur Formation von Zelle und Zelleninhalt verbraucht. Die Verhornungsbildung benütze entweder die dann noch übrig bleibenden Substanzen und zugleich den Inhalt und einen Theil der Kernmasse der Zellen, oder diese letzteren Stoffe allein, zu ihrer Herstellung. Da nämlich nach den Untersuchungen von Scherer 1 At. Hornsubstanz = $C_{49}\ H_{79}\ N_{14}\ O_{17}$ = 1 At. Protein + 1 At. Ammoniak + 3 At. Sauerstoff ist, so kann man sich, so lange wir nichts Näheres kennen, vorläufig vorstellen, daß der wahrscheinlich einen Proteinkörper enthaltende Inhalt der primären Hornzelle (mit einem Theile der Substanz des Kernes) allein oder mit aufgenommener Ernährungsflüssigkeit auf irgend eine Weise eine aus Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende Masse sich aneigne und so sich verhornend theils die primäre Zellenwand stärker mache, theils sich als granulirte Masse an ihr niederschlüge. Würde auf diese Art der Zelleninhalt zur Bildung der Hornmasse selbst verwendet, so würde es sich erklären, weßhalb im Fortschritte des Verhornungsprocesses das Lumen der Zelle immer mehr schwindet und diese zu einem Blättchen reducirt wird. Ginge bei älteren Hornzellen diese Anziehung fort, so erläuterte sich auf diese Weise, weßhalb die Hornzellen und Hornblättchen immer undurchsichtiger, immer mehr mit Körnchen besetzt und immer inniger durch die wahrscheinlich vorhandene Intercellularsubstanz an einander geheftet würden. Da es aber zur Umwandlung von Protein in Hornsubstanz nur der Elemente des Ammoniak und mehrer Sauerstoffatome bedürfte, so entstände leicht, wenn diese Desiderata aus anderen benachbarten thierischen Theilen und Flüssigkeiten hergegeben würden, ein Ueberschuß von Kohlenstoff, der, wenn er nicht als Kohlensäure davon geht, in Verbindung mit anderen überschüssigen organischen Theilen zur Bildung von Fett und Pigment verwendet werden könnte. In der That ist es auch auffallend, wie oft gerade diese Gewebtheile in oder an dem Horngewebe gefunden werden. Neben den Hornzellen der Epidermis sondern die Hautdrüsen ein sehr fettreiches Secret ab. In dem Schnabel der Vögel treten oft Fette als Pigmentbildungen auf. In der Haut vieler Thiere, so wie des Menschen, erscheinen Pigmentformationen. Die meisten compacteren Hornmassen werden durch einen sie durchtränkenden Farbestoff oder durch Pigment oder durch beides gefärbt. Ja nach dem, was schon oben bei dem Pigmente der Haut angeführt wurde, läßt sich sogar denken, daß die Natur selbst das früher abgelagerte Pigment, indem sie seine übrigen Atome und vorzüglich die des Kohlenstoffes und Sauerstoffes als Kohlensäure entfernt, benutzt, um wieder Protein in Hornstoff umzuwandeln.

Die aus stark verhornten Zellen bestehende Hornsubstanz ist in Wasser unlöslich, erweicht aber durch fortgesetztes Kochen derselben. Die Flüssigkeit wird durch Zinnchlorür, nicht aber durch Gerbsäure niedergeschlagen (Hatchet). Das Horn ist in Alkohol und Aether ebenfalls unlöslich, wird durch schwächere Säuren bei gewöhnlicher Temperatur nicht wesentlich angegriffen, während sich jüngere Hornzellen schon durch Essigsäure aufhellen, löſ't sich in kaustischen fixen Alkalien leicht, und entwickelt hierbei einen unangenehmen Geruch und vorzüglich bei dem Erwärmen Ammoniak. Die Solution wird durch Essigsäure und noch reichlicher durch Chlorwasserstoffsäure niedergeschlagen. Das Horn erweicht bei 100°, ohne sich zu zersetzen, liefert bei der trockenen Destillation viel stinkendes Oel, viel kohlensaures Ammoniak und sehr wenig Wasser. Bei dem Verbrennen läßt es im Anfange leicht Oeltropfen heraussickern, bläht sich auf, giebt ungefähr 1/6 seines Gewichts einer metallisch glänzenden Kohle und hinterläßt ungefähr 1/2 % Asche, die vorzüglich aus phosphor-

saurem Kalke mit etwas kohlensaurem Kalke und phosphorsaurem Natron besteht (Berzelius). Seine von Scherer gefundene elementaranalytische Formel wurde schon oben angeführt. Das nach dieser Formel berechnete procentige Resultat ist Kohlenstoff 51,718 %, Wasserstoff 6,860 %, Stickstoff 17,469 % und Sauerstoff 23,953 %. — Nur die Federn ergaben eine etwas andere Zusammensetzung, nämlich C_{48} H_{78} N_{14} O_{16}.

Da der Verhornungsproceß erst ein späteres Entwickelungsstadium früherer weicher Zellen mit soliden, wie gewöhnlich der Essigsäure widerstehenden Kernen ist, so müßte man streng genommen nur diejenigen Theile zum Horngewebe rechnen, deren Zellenwandungen schon verhornt sind. Allein da sich einerseits der erste Eintritt dieser Entwickelungsstufe noch nicht ganz genau bestimmen läßt, und anderseits Gebilde, wie z. B. die Epithelien, die sonst stets mehr oder minder verhornen, auch bei früheren Entwickelungsstadien eine geraume Zeit oder während ihrer ganzen Existenz (z. B. manche transitorische Flimmerzellen) stehen bleiben können, so würde es gewiß sehr unzweckmäßig sein, solche Ausnahmsbildungen der bloßen logischen Consequenz wegen von den übrigen analogen Elementartheilen zu trennen.

Zu dem Horngewebe gehören einerseits die Epithelialbildungen und anderseits die compacten Horngewebe, wie die der Nägel, der Hufe, der Klauen, der Schuppen, der Hornschilder, des hornigen Hautskelettes, der Hörner, der Haare, der Borsten, der Stacheln u. dgl. mehr. Da es natürlicher Weise unmöglich ist, die so äußerst zahlreichen Formationen, welche die Natur aus Hornmasse aufbaut, so weit deren Structur bekannt ist, hier durchzugehen, so werden wir uns nur darauf beschränken, zuerst die Epithelien und hierauf einige wesentlichere allgemeinere Punkte der compacteren Hornbildungen zu besprechen.

a. Epithelien.

Die Epithelien sind mit der Tendenz zur Verhornung versehene zelligte Gebilde, welche die freien inneren und äußeren Oberflächen der Organe und Organtheile bedecken und einerseits schützen, anderseits aber vielleicht in den Absonderungs- und Ernährungsproceß eingreifen, und bisweilen, wie die Flimmerzellen, noch bestimmten weiteren Functionen vorstehen. Wahrscheinlicher Weise besitzt die Oberfläche eines jeden äußern oder innern Raumes ihre Epithelialformation. Denn nicht bloß alle inneren Cavitäten, die Höhlungen der Drüsengänge und anderer Organe haben dieselbe. Wir begegnen ihr auch an einzelnen abgeschlossenen Höhlenbildungen, wie z. B. an der Scheide der Ganglienkugeln, der Nerven, den zellgewebigen Brücken und Hüllen, durch welche Nervenstämme und Blutgefäße umgrenzt werden u. dgl. mehr. Dieses bestimmte mich auch früher, das Umhüllungsgewebe in dieselbe Kategorie zu stellen und nach seinen am meisten auffallenden Formen der Kerne und der Umhüllungsfasern mit dem Namen des fadig aufgereihten Epithelium zu belegen. Alle Epithelialbildungen haben aber eine entschiedene Neigung, Metamorphosen einzugehen, sich zum Theil loszustoßen, zum Theil aufzulösen, und sich mehr oder minder rasch wieder zu erzeugen. Oft, wie z. B. an der äußern Haut, schuppen sich die obersten und ältesten Lagen ab, während in der Tiefe eine oder mehre neue Schichten entstehen und die zwischen diesen Extremen liegenden Stadien in ihrem Verhornungsprocesse fortrücken. Andere, wie z. B. die Epithelialbildungen der Drüsen, z. B. des Magens, des Uterus u. dgl., sind mit mannigfachen normalen Erscheinungen, welche ihre Losstoßung mehr oder minder bedingen und vielleicht auch ihre Auflösung zum Theil oder gänzlich

hervorrufen, verknüpft. Andere, wie z. B. die Flimmercylinder der Schleimhäute der Nase, der Luftröhre und Lungen, haben zwar eine bleibendere Existenz, stoßen sich jedoch bei krankhaften Zuständen nicht minder häufig los. Bei wiederkehrendem Normalzustande ist der Ersatz ziemlich leicht und rasch. Andere endlich, wie z. B. die Flimmerzellen des rotirenden Dotters, der Haut (und der Kiemen), der Froschlarven haben nur eine vorübergehende Existenz. Wie aber bei allen irgend stärkeren Epithelialbildungen jüngere Zellenstadien unter den älteren liegen, so sehen wir bei den mit Pflaster- oder Plattenepithelien versehenen Drüsen, wenn wir von den blinden Drüsenanfängen nach dem Hauptausführungsgange fortschreiten, eine ähnliche Succession eintreten, da je größer der Drüsengang wird, die Epithelialformation auch um so dicker erscheint und mehr Lagen und daher an ihrer Oberfläche vollkommnere und ältere Zellenbildungen darbietet.

α. Flimmerepithelien.

Von diesen wurde schon in dem Art. Flimmerbewegung ausführlich gehandelt. Nachträglich wollte ich nur noch einige Erfahrungen, die ich seit der Redaction jenes Artikels noch zu machen Gelegenheit hatte, einschalten. 1. Sah ich in der fallopischen Röhre einer Frau Flimmercylinder, die unten ganz in solche Stacheln ausliefen (Fig. 21. *i*.), wie sie bei den Pflasterzellen vorkommen. 2. Beobachtete ich bei einem Frosche, daß eine nicht unbedeutende Partie des ausgebreiteten Mesogastrium flimmerte. Nach dieser Erfahrung habe ich wohl mehr als ein Dutzend Magengekröse des grünen Frosches nachgesehen, ohne wiederum dasselbe zu beobachten. 3. Habe ich (im Mai und Junius) bei Fröschen die von Remak entdeckten Wimperblasen (s. d. Art. Flimmerbewegung) nebst den Hornfäden wiedergefunden. Die letzteren kommen wenigstens bei den Fröschen der hiesigen Umgegend häufiger als die ersteren vor. Denn ich fand sehr oft Hornfäden, ohne daß ich im ganzen Gekröse, vorzüglich dem Mesogastrium, Wimperblasen sehen konnte. Bisweilen zeigten sich auch Blasen, an denen ich aber im Innern auf keine Art eine Spur von Flimmerbewegung wahrzunehmen vermochte. Wo sie flimmerten, verhielten sie sich folgendermaßen. Sie erschienen als sehr verschieden große, in dem Mesogastrium eingebettete und zwischen den Hornfädengebilden zerstreute rundliche bis länglich rundliche Blasen, welche in einem Exemplare zwischen 0,005 und 0,100‴ in ihrem Durchmesser schwankten. Die meisten von ihnen waren einfach rund. An einzelnen aber saßen noch kugelige gesonderte Nebenbildungen auf. Nach außen von ihnen zeigte sich die von Remak auch angegebene faserige Einhüllung. Innerhalb dieser und einer wahrscheinlich durchsichtigen Kapselhaut erschienen rundliche, verhältnißmäßig breite und hohe Zellen, welche pflasterartig neben einander lagen, sich oft an den Seitenwandungen abplatteten, während ihre freien Ränder mehr rundlich blieben und die langen peitschenartig und meist partienweise homogen schlagenden Flimmerhaare trugen. An den sichtlichen Seitentheilen fielen diese Flimmercylinder zuerst auf, da sie einen hellen bald, je nach den einzelnen Zellen mehr eingekerbten, bald bei größerer Unsichtbarkeit ihrer Seitenwandungen mehr fortlaufenden Saum bildeten. Die von der Fläche gesehenen waren heller und daher schwerer sichtbar und erschienen, wo sie kenntlich waren, als pflasterartig neben einander gelagerte Kugeln. Die Länge der Haare betrug in größeren Blasen 0,006—0,007‴, die Höhe der Flimmerzellen 0,005—0,007‴. Die meisten Blasen, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, enthielten keine soliden Theile. In einzelnen dagegen erschienen einfache oder gleich einem Doppelbrote an einander gelagerte Körper-

chen, welche durch die Bewegung kreiseten. Allein selbst da, wo keine solide Substanz sich in ihnen herumbewegte, war das Schwingen der Flimmerhaare in einzelnen Partien so lebhaft, daß es sogleich dem Blicke auffiel. Die Bewegung dauerte mehre Stunden nach dem Tode des Frosches. Die in dem Art. Flimmerbewegung angeführte von Remak gemachte Beobachtung der verschiedenen durch die Flimmerbewegung planetarisch kreisenden Körper beruht wahrscheinlich auf einem andern, vermuthlich spätern, Entwickelungsstadium dieser Gebilde. Wimperblasen und Hornfäden scheinen vorzugsweise bei weiblichen Fröschen vorzukommen [1]).

β. Nicht flimmerndes Epithelium.

Hierher gehören die sogenannten Pflaster- oder Platten- und die Cylinderepithelien. Der Geläufigkeit wegen behalte ich auch hier die Benennung Pflaster- oder Plattenepithelium bei, obgleich keiner der beiden Namen mir genügt. Denn auch die Cylinder- und die Flimmerzellen bilden mit ihren oberen freien Flächen, wenn sie eng bei einander liegen, pflasterartige Anhäufungen oder stumpfen sich sogar polyedrisch ab. Da die Abplattung der Hornzellen erst bei

---

[1]) Theils ihres merkwürdigen Erscheinens wegen, theils wegen ihres denkbaren Zusammenhanges mit den Wimperblasen erlaube ich mir noch einige Worte über die Hornfäden hinzuzufügen. Im ausgebildeten Zustande sind sie braune bis braungelbe, selten ganz dunkel schwarzbraune, schon mit freiem Auge kenntliche, 0,130''' bis 0,650''' lange, in ihrer größten Breite 0,008''' bis 0,016''' messende, mit einem deutlichen longitudinalen Centralkanale versehene Hornspieße, die meist eine einfache, bisweilen auch eine doppelte Hülle um sich haben. Diese folgt zwar den langen und schmalen Contouren des Hornfadens und geht um seine beiden Enden rund herum, allein bald folgt sie demselben auf einfache Weise, bald bildet sie locale Ausbuchtungen, die meist von einer grümeligen bis granulirten gelblichen Masse angefüllt sind. Hierdurch entstehen dann Gestalten, welche an den breitern hintern Schaft eines Pfeiles erinnern, oder mehrfache successive Aussackungen, die entweder isolirter sind oder jederseits durch schmale Streifen der gelblichen Masse mit einander verbunden werden. Bisweilen erscheint eine Aussackung, auf welche dann eine Strictur der äußern Hülle folgt, während nach dieser zwei oder mehre Erweiterungen in Einer Hülle auf einander kommen. Bisweilen ist auch die grümelige Masse mehr unabhängig von dem Hornfaden abgelagert u. dgl. mehr. Die letztere liegt bald am Ende, bald in der Mitte, bald längs des ganzen Verlaufes. Sie enthält wohl auch einzelne Stückchen bräunlicher, saturirterer Hornmasse u. s. w. Meistentheils befindet sich in einem der geschilderten einfachen oder zusammengesetzten Hüllengebilde ein Hornfaden, der selten nach einer Seite hin gespalten ist. Oft dagegen führen sie mehre, bis 5 und 6 und vielleicht noch mehr. Bisweilen sieht man auch neben einer solchen Hüllenbildung mit mehrfachen Hornfäden einen in einer Hülle eingeschlossenen Faden so dicht und parallel anliegen, als wolle er sich mit seiner Hülle durch eine Längentheilung von der der übrigen abschnüren. Neben diesen vollendeteren Gestalten finden sich noch andere, welche wahrscheinlich mit Entwickelungsstadien zusammenhängen. Oft sieht man unter einem Hornfaden und innerhalb der Hülle eine bedeutend kleinere rundliche bis länglich runde dunkele Masse. Bisweilen erscheinen kleinere eiförmige oder runde Hüllen, welche einen länglich runden oder rundlichen hornigen Körper von der Gestalt der Hülle enthalten. Dieser verlängert sich wahrscheinlich später zu einem Hornfaden und zieht die Hülle seiner Gestalt gemäß mit sich nach. Die kleinsten von diesen haben einen Durchmesser von 0,020'''. Bei dem gleichzeitigen Vorkommen von Wimperblasen und Hornfäden kann man wenigstens daran denken, daß die ersteren nur ein früheres Entwickelungsstadium der letzteren seien, daß sich in ihnen später Hornstoff absetzt, zu dem hohlen Hornfaden auszieht, die Hülle mit sich verlängert und daß dann die Ablagerungen der braungelben Masse zwischen Hornfaden und Hülle erfolgen. Freilich hat man bis jetzt noch keine Wimperblasen mit abgelagertem Hornstoffe beobachtet, während anderseits viele Hornstoff enthaltende Blasen bedeutend kleiner, als die Wimperblasen sind.

einem gewissen Grade fortgeschrittener Verhornung eintritt und viele hierher gehörende Theile noch keine Plättchen sind, so ist die Benennung Plattenepithelium auch keine allgemein wahre.

α. α. Pflasterepithelium.

Hier sind die Zellen, wenn ihr Verhornungsproceß nicht weiter fortschreitet, rundlich oder eckig, polygonal, in letzterm Falle oft unregelmäßig oder mehr regelmäßig vier-, fünf-, bis sechseckig und erinnern dann an das parenchymatöse Zellgewebe der Pflanzen. Meist liegen sie dann dicht an einander, ändern nicht selten ihre polygonale Form, um sich wechselseitig genau einzukeilen, und lassen meist keine deutliche Intercellularsubstanz wahrnehmen. Immer zeigen sie, so lange ihre Wandungen nicht zu sehr verhornt sind, eine rundliche bis länglich runde, oft, vorzüglich später platter werdende und bisweilen sogar in der Mitte eingedrückte, seltener aus Körnchen bestehende Kernbildung, die aber nach Verschiedenheit der Zellen sehr verschieden ist. Immer erscheint der Nucleus relativ um so größer, je jünger die Zelle ist, so daß das übrige Lumen von dieser einen schmalern hellern Saum um ihn bildet (Fig. 18. *a.*). Später wächst die Zellenwand sehr bedeutend, während sich der Kern bald zu vergrößern (Fig. 18. *b.*), bald eher zu verkleinern (Fig. 19.), bald mehr an Umfang gleich zu bleiben scheint. Zuerst saturirter und oft nach Einwirkung der Essigsäure in Form und Farbe an menschliche Blutkörperchen erinnernd, wird er später blasser, bald leerer, bald etwas körniger, zeigt ein oder zwei oder selbst mehre hervortretendere Kernkörperchen, wird in der Folge bisweilen sehr hell oder hat nur einzelne Inselchen einer körnigen Masse, besitzt auch oft so scharfe oder selbst doppelte Randlinien, daß man schließen dürfte, daß er hohl sei und in seinem hellen Lumen oder an dieser oder an seiner Wand die Kernkörperchen enthalte. Bisweilen sieht man auch deutlich, daß er der einen Wand der Mutterzelle anliegt. Seine Stellung erscheint hierbei bald mehr centrisch, bald mehr excentrisch. Der Zelleninhalt ist bald durchsichtig, bald körnig. In einzelnen, bisweilen schon stark verhornten Zellen zeigt sich die eigene Erscheinung, daß um den Kern ein heller Halo oder Ring existirt, während die übrige Zelle mehr körnig ist. Die noch nicht oder wenigstens noch nicht merklich verhornten Zellenwandungen erscheinen heller, während die verhornten sich immer körnig darstellen und oft auch eine vollständigere und unvollständigere Streifung darbieten. Mit der Verhornung tritt auch die Tendenz zur Abplattung ein. Bei einzelnen Epithelien bleibt dieses meist mit dem Verhornungsprocesse selbst auf einer niedern Stufe stehen. Bei anderen dagegen erzeugen sich geradezu Blättchen, die sich bei ihrer Dünne und Zartheit leicht falten, kräuseln u. dgl., wie man z. B. an dem Speichel (Fig. 19.) beobachten kann.

Außer den eben geschilderten Eigenthümlichkeiten finden sich in einzelnen Fällen noch einige besonders hervorzuhebende Punkte. An den Zellen der Adergeflechte des Gehirnes des Menschen und vieler Thiere erscheint außer dem Kerne äußerlich oder wenigstens nach außen hin ein dunkelrandiges rundliches, an Pigment erinnerndes Körperchen. Hier beobachtete Henle auch gegen die untere, nicht aber an der obern freien Wand, stachelige Fortsätze. Dieselben eigenthümlichen Gebilde habe ich Fig. 20. aus dem Epithelium der Bindehaut des Menschen gezeichnet. An ihren freien Flächen erscheinen hier die Zellen abgerundet bis schwach eckig; an dem entgegengesetzten Ende verlängern sie sich in mannigfache Fortsätze. Hierbei erscheinen auch mannigfache Uebergangsformen. Wir finden zunächst Zellen (Fig. 20. *a.*), die nach unten allmälig in einen Schwanz auslaufen. Andere haben einen langen Stachel und zwei

kleinere Spitzen (Fig. 20. *b.*), so daß sie durch ihre Form an die Gestalt eines Limulus gewissermaßen erinnern. Andere zeigen zwei Fortsätze (Fig. 20. *c.*), von denen sich selbst der eine gabelig theilen zu können scheint (Fig. 20. *d.*). Andere besitzen drei Stacheln (Fig. 20. *e.*), die selbst gleich den Füßen eines Tisches gestellt sein können (Fig. 20. *g.*). Bei noch anderen vermag die Zahl der Fortsätze sich noch mehr zu vergrößern (Fig. 20. *h.*) u. dgl. mehr. Nehmen wir an, daß unter diesen Zellen z. B. der Conjunctiva andere rundliche Zellen, welche Intercellularräume übrig lassen, liegen, so könnte man sich denken, daß diese Stacheln eben dadurch entstehen, daß die Zellen selbst die verschiedenen Intercellularräume ausfüllen und so Zellenverlängerungen in sie hineintreiben. Eine andere eigenthümliche Veränderung der Pflasterepithelialzellen, wie wir sie in der Innenhaut der Gefäße sehen, daß nämlich die Zellen nicht nur platt, sondern auch lang, bandartig und blaß werden, beruht wahrscheinlich auf eigenthümlichen Entwickelungsmetamorphosen.

Auch an den Kernen der Pflasterepithelien kann man nicht selten die Erfahrung machen, daß sich nach Behandlung mit Essigsäure ein doppelbrodartig eingeschnürter Kern (Fig. 20. *a.*) oder zwei oder selbst mehr Nuclei mit Kernkörperchen darstellen. Verhältnißmäßig sehr selten bemerkt man dieselbe Vervielfachung des Nucleus von vorn herein. In solchen Ausnahmsfällen zeigen sich auch die Nuclei isolirter und entfernter von einander.

Das Pflasterepithelium ist die verbreitetste Epithelialbildung des Körpers. Mit Ausnahme der im Ganzen sparsamen Fälle, in welchen bei einzelnen Thieren die äußere Haut flimmert, wird die Epidermis immer durch ein Pflasterepithelium gebildet. Das Gleiche gilt von den verdünnten Fortsetzungen der Oberhaut, wie der Bindehaut, dem Trommelfelle u. dgl., so wie der Speiseröhre, zum Theil des Magens und der dicken Gedärme, des untersten Theils des Mastdarmes, der Harnblase, der Scheide, der serösen Höhlen, der meisten Drüsen u. dgl. mehr. Obgleich die häufigsten Ausnahmen allerdings durch die Existenz von Flimmermembranen bedingt werden, so greift doch auch an einzelnen Stellen, wie z. B. an der Bindehaut des Auges, an der Gallenblase, den größeren Gallengängen und überhaupt den stärkeren Drüsengängen aus uns noch unbekannten Ursachen auch die Formation von Cylinderepithelien umändernd ein — ein Gegenstand, auf den wir bald zurückkommen werden.

Bei den geschichteten Pflasterepithelien haben wir, wie z. B. in der Epidermis, eine Entwickelungsgeschichte dieser Pflasterzellen und Plättchen vor uns, sobald wir ihre Formen von der innersten und jüngsten bis zur äußersten und ältesten Lage verfolgen. Eine gute Uebersicht liefert z. B. das Studium der menschlichen Oberhaut. Verfertigen wir mit dem Doppelmesser einen feinen senkrechten Schnitt durch dieselbe und machen diesen allenfalls durch Essigsäure etwas durchsichtiger, so sehen wir in der Malpighi'schen Schicht die reichlichen Kerne, welche von sehr schmalen hellen Zellenringen umgeben werden. Weiter nach oben werden diese in den tieferen Schichten der Epidermis platter und verfolgen allmälig, wie man durch Querschnitte und durch Abschaben zur Anschauung bringen kann, alle schon oben erwähnten Entwickelungsstadien bis zu den sich losschuppenden Hornplättchen. Eine speciellere Erforschung verdient noch der Umstand, auf welche Weise es sich bei der Fortbildung dieser Pflasterepithelialschichten regulirt, daß, obgleich in früheren Lagen kleinere und daher in demselben Raume zahlreichere Zellen enthalten waren, bei der Vergrößerung der mehr verhornenden Zellen doch keine Störung des regulären Zusammenhanges vorkommt, obgleich die Volumenvergrößerung der blättchen-

artig werdenden Zelle weit bedeutender, als die Vermehrung des von den älteren Schichten eingenommenen Raumes ist.

Ueber die Eigenthümlichkeiten der epithelialen Innenformation der Drüsen und deren Losstoßungsproceß siehe weiter unten bei dem Drüsengewebe.

β. β. Cylinderepithelium.

Diese Form ist nur eine Modification der vorigen, welche auch häufig genug allmälige Uebergänge in sie bildet (Uebergangsepithelium von Henle). Die Epithelialzellen werden hier mehr oder minder lang gezogen, cylindrisch oder platt gedrückt, sind oft in ihren Wandungen theilweise oder gänzlich körnig und bisweilen streifig, zeigen auch bisweilen einen hellen Ring um den Kern, oder helle Seitenränder ihrer Wandungen oder einen Theil der Zelle hell, einen andern gekörnt u. dgl. mehr. An der Gallenblase zeichnen sie sich durch Blaßheit und (nach Henle) durch den Mangel an Kernen aus, und erscheinen oft in der Galle schwimmend gelblich. Auch bei dem Kalbe schon sieht man sie oft kernlos, oder wenigstens läßt sich durch die körnig streifige Wand keine Nucleusbildung im Innern erkennen. Allein von oben betrachtet zeigen sich die Zellen, wie es Fig. 22. gezeichnet worden, und bei der seitlichen Anschauung erhält man oft Bilder, wie Fig. 23. *a.*, obgleich es hier oft zweifelhaft bleibt, ob man es mit eigentlichen eingeschlossenen Kernbildungen oder mit aufliegenden Kernformationen tieferer Schichten zu thun habe. Während die Seitenwände der Cylinder in vorgerückteren Stadien ihrer Ausbildung mehr oder minder verhornt und körnig sind, bleibt die obere Wand lange heller und durchsichtiger, scheint aber nicht die Empfindlichkeit, welche wir an dem gleichen Theile der Flimmercylinder wahrnehmen, zu besitzen. Durch eine mir bis jetzt noch nicht ganz klar gewordene Erfahrung dürfte jedoch vielleicht dieser Ausspruch eine theilweise Einschränkung erleiden. Bisweilen nämlich schienen mir bei ganz frischen Cylindern der Darmschleimhaut eben getödteter Frösche nach Befeuchtung mit Wasser helle, sich bald polygonal gegenseitig abgrenzende Gebilde hervorzutreten. Ob dieses Täuschung war oder nicht, müssen noch fernere Untersuchungen bestimmen.

Das Cylinderepithelium findet sich bei dem Menschen und den höheren Thieren in dem Verdauungsschlauche von dem Pylorus bis zu dem untern Theile des Mastdarmes (Fig. 23. *b.*), so wie in den Nebengrübchen und den Drüsen, welche sich in der Schleimhaut finden, also z. B. in den Magendrüschen, in den Drüsen der Mucosa des Blinddarmes und des Dickdarmes, in den Lieberkühn'schen Drüsen u. dgl. mehr. Während die letzten Drüsen enden und die feineren Verzweigungen der Drüsengänge die Tendenz haben, Pflasterepithelien zu bilden, finden wir in den Hauptausführungsgängen, den Nebenbeuteln derselben und den jenen zunächst untergeordneten Ausführungsgängen Cylinderepithelien. So z. B. in dem Gallenausführungsgange, dem Gallenblasengange, der Gallenblase, dem Lebergange, dem Wirsung'schen Gange, dem Stenon'schen Gange, dem Samenausführungsgange u. dgl. mehr. Hierbei erstrecken sie sich bald tiefer, bald weniger tief in die Drüsengänge selbst hinein.

Meistentheils erscheinen die Cylinder, wo sie vorkommen, oberflächlich, und bilden mit ihren oberen Wandungen den äußersten Rand, der oft, so lange sie noch in normalem Zusammenhange stehen, überdieß einen hellen Saum darbietet. Unter diesen Cylinderpallisaden liegen dann, so weit sie vorhanden sind, andere rudimentäre, jüngere Bildungen, auf welche wir bald zurückkommen werden. Allein auch umgekehrt kann der Fall eintreten, daß Cylinderchen in

tieferen Schichten von Pflasterepithelien existiren. Wenigstens erscheinen solche bei senkrechten Schnitten durch die Conjunctiva corneae des Menschen dicht an der Hornhaut (Fig. 21.). Für die eigentlichen Cylinderepithelien scheint als Gesetz zu gelten, daß zwar, wo sie vorkommen, keine so zahlreiche Schichtung wie bei dem Pflasterepithelium vorhanden ist, und daß daher oft die Epithelialbildung bei dem Uebergange von dieser in jene zarter wird, daß aber doch immer unter den eigentlichen Cylindern auch jüngere Theile in bedeutenderer oder sehr geringer Menge vorhanden sind. Schon bei dem Abschaben eines Cylinderepithelium erscheinen häufig noch Rudimente einer mehr pflasterartigen Zellenbildung an der Schleimhaut oder in der umgebenden Flüssigkeit. Viele Zellchen, welche man in der letztern wahrnimmt, wird man eher für Fragmente eines Pflaster- als eines Flimmerepitheliums erklären müssen. Dieses findet selbst an Stellen, welche kein Pflasterepithelium in der Nähe haben, Statt. Zugleich sind die unteren Enden der Epithelialcylinder oft abgerissen und selbst bei ihrer Unverletztheit nicht so geformt, daß sie ohne Intercellularsubstanz oder andere Gebilde auf einer unterliegenden Membran stehen könnten. Nur auf zwei Wegen kann man hier Aufschluß erhalten. Bei sehr kleinen Drüschen, welche mit einem Cylinderepithelium bekleidet werden, gelingt es bei der Durchsichtigkeit ihrer Mittelformation bisweilen, die Cylinderpallisaden bis an ihren Grund zu verfolgen und die unter ihnen befindliche körnige Masse wahrzunehmen (s. unten bei dem Drüsengewebe). Aehnliche Beobachtungen kann man auch an dem Darme von Kaulquappen machen. Hier reichen die Cylinder bis dicht an die mittlere Darmhaut und lassen nur einen kleinen hellen Zwischenraum von Intercellularsubstanz übrig. Sonst dagegen ist das einzige Mittel, mit dem Doppelmesser, das man unter Wasser geschlossen hat, sehr feine senkrechte Schnitte in reichlicher Menge zu entnehmen und ohne Druck zu untersuchen. Bei flächiger Ausbreitung der mit dem Cylinderepithelium versehenen Membran stehen die Cylinderpallisaden mehr senkrecht. Bildet sie dagegen mehr Falten oder Zotten, so richtet sich ihre Stellung mehr nach diesen Erhebungen, wie Fig. 24. aus einer Falte des dünnen Darmes des Frosches gezeichnet worden. Unter diesen Pallisaden sieht man entweder eine körnige Masse oder Nuclei oder selbst Zellen, so daß das Cylinderepithelium (und das Flimmerepithelium), so wie ihre Häutung und Redintegration ebenfalls leicht erfolgt, auch dem allgemeinen Gesetze gehorchen dürften, daß unter ihren ältesten oberflächlichsten Stadien oft jüngere Producte oder der Keimstoff dazu existiren, obgleich dieser allerdings auch äußerst reducirt sein, ja vielleicht selbst fehlen kann. Die Art und Weise, wie aber diese Cylinder gebildet werden, ist noch dunkel. Entweder nämlich entstehen Zellen, welche sich in ihrem Längendurchmesser vorherrschend verlängern, oder mehre Zellen stellen sich senkrecht über einander, verlieren ihre Querscheidewände und gehen so zu einem Cylinder zusammen. Für das Erstere scheint schon der Umstand zu sprechen, daß wir bei dem Uebergangsepithelium die Zellen sich nach einer Richtung mehr verlängern sehen. Formen, wie z. B. an Fig. 23. *a.* in dem einen Cylinder gezeichnet sind und die übrigens auch selten wahrgenommen werden, kann man auch dahin deuten, daß die jüngeren ebenfalls selbstständige Bildungen sind.

b. Compactere Hornbildungen.

Da die Nägel und die Haare des Menschen in dem dritten Abschnitte berührt werden, die Schilderung des Baues der übrigen compacten Hornsubstanzen aber viel zu weit führen würde, so werden wir von den ersteren hier nur

einige allgemeine Punkte anführen und in Betreff der letzteren mehr auf einzelne wichtigere Abhandlungen verweisen, als in speciellere Details eingehen. Daß die Nägel des Menschen auch bei dem Erwachsenen aus künstlich isolirbaren Hornzellen bestehen, lehrt die Behandlung mit kaustischem Kali und vorzüglich mit Schwefelsäure. Noch leichter gelingt diese Isolation bei der zartern Nagelbildung des Kindes und des Neugeborenen. Im Embryo, um die Mitte der Schwangerschaft, erscheinen die Hornzellen schon ohne weitere Vorbereitung. In den pigmentirten Nägeln des Affen scheint ein großer Theil des Pigmentes in der oft etwas körnigern Hornsubstanz selbst vertheilt zu sein. Die Hornzellen, welche man schon im frischen Zustande erkennt, und die in der oberflächlichsten dunkeln Nagelschicht besonders bisweilen einen Kern und kleine gesondertere niedergeschlagene (Pigment-) Körnchen darbieten, trennen sich durch Einwirkung verdünnter Schwefelsäure unter leichter Luftentwicklung bald von einander. Die Klauen scheinen einen wesentlich ähnlichen Bau zu haben. Bei den Hufen dagegen wird die Sache durch das Hinzutreten der Hornröhren, die auch nach Gerber rudimentär im Ochsenhorn und selbst spurenweise in dem Nagel des Menschen existiren, und die den Leisten der Matrix entsprechenden, wie bei den Nägeln vorkommenden Furchen, complicirter. Siehe Gurlt in Müller's Archiv. 1836. S. 267. Gerber, allgemeine Anatomie. S. 81 bis 84. Hesse: de ungularum, barbae Balaenae, dentium Ornithorhynchi corneorum penitiori structura. Berol. 1839. 8. Froriep's neue Notizen. Nro. 303. 1—6. — Die Hörner der Wiederkäuer gleichen ihrem Baue nach im Wesentlichen der Hornwand der Klauen. S. Gerber, allg. Anat. S. 85. — Ueber die Structur der Hornschuppen der Fische s. Agassiz, Annales des sciences naturelles. Nouvelle série, Zoologie. Vol. XIV. 97—110. Die mit Schmelzsubstanz versehenen Schuppen verdienen noch eine eigene durchgeführte Untersuchung. Bei Lepisosteus sieht man bei der Flächenbetrachtung der Schuppe eine Menge von Körperchen, welche an die Knochenkörperchen erinnern, jedoch hell oder höchstens dunkelrandig sind, oft ein Kerngebilde mit einem kernkörperchenartigen Theile in ihrem Innern zeigen und Strahlen aussenden, die sich bisweilen theilen und bisweilen von benachbarten Körperchen unter einander anastomosirend ein weites Netz bilden. Sehr verbreitet erscheinen an vielen Stellen Röhren, welche schief an die Oberfläche auszulaufen und sich bisweilen gabelig zu theilen scheinen. Am Rande gehen sie longitudinal bis schwach gebogen fort und theilen sich hierbei gabelig, so daß der Stamm der Gabel gegen den Rand hin liegt. Die erwähnten den Knochenkörperchen ähnlichen Gebilde erhalten sich ebenfalls bis an den Rand hin. An der Oberfläche zeigen sich aber noch größere rundliche warzige Gebilde häufig, aber zerstreut. Die harte sogenannte Schmelzmasse der Schuppe springt auffallend geradlinigt, fast krystallinisch. — An dem hornigen Hautskelett von Insecten, z. B. von Dyticus, verräth sich die Hornsubstanz durch die blättrigen, oft zackigen bis gezähnelten Sprünge, welche abgerissene oder abgeschnittene Fragmente darbieten. Der braune, gegen die Oberfläche hin intensiver werdende Farbestoff ist nicht überall an einzelne Pigmentzellen, die man an den dunkelsten Stellen nach Behandlung mit Schwefelsäure wahrnimmt, gebunden, sondern durch die ganze Masse verbreitet. Oft erhalten sie, vorzüglich nach Einwirkung von Schwefelsäure, ein gestreiftes Aussehen. Ueber die besonders durch Kali zu erzielenden Anschauungen s. G. Mayer in Müller's Archiv. 1842. S. 27. — Im Wesentlichen verwandt mit dem Hornskelette der Insecten scheint auch seiner blättrigen Structur und seiner Zusammensetzung nach das der Arachniden (z. B. von Phrynus, Buthus) zu sein. — Querschnitte des Horn-

stieles der Cirrhipeden (Balanus) zeigen einen geschichteten feinstreifigen Bau. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß fast alle hornigen Hautskelette der Wirbellosen noch so gut als gar nicht erforscht sind und daß es eine sehr verdienstliche Arbeit wäre, wenn Jemand diese hornigen Theile, so wie die anderen Horngebilde der Wirbellosen consequent durchuntersuchen wollte. Dasselbe gilt von den Schnabelbildungen und anderen Hornformationen der Wirbelthiere. Für alle diese Beobachtungen dürfte vorzüglich darauf aufmerksam zu machen sein, daß zur Untersuchung der Structurverhältnisse und vorzüglich der Horncanäle nicht bloß die Befeuchtung mit Wasser, sondern auch die mit Terpentinöl, fetten Oelen, angewendet werden muß und daß man zur Darstellung und Isolation der zu constituirenden Zellen und Blättchen die augenblickliche und längere Einwirkung von Schwefelsäure und Kali nicht vernachlässigen darf.

Die Haare bestehen im Allgemeinen aus dem Schafte und der Wurzel. Der erstere enthält Epidermis, Rinde und Mark. Die Oberhaut erscheint meist als eine Lage dünner Epidermidalblättchen, welche, einander dachziegelartig mehr oder minder deckend, um die Rindensubstanz herumgehen und hier eine Reihe von welligen bis schwach zackigen Linien, welche leicht, vorzüglich nach unten, das trügerische Ansehen von Fasern annehmen, erzeugen (Fig. 26.). Durch Behandlung des Haares mit Schwefelsäure und Rollen desselben zwischen zwei Glasplatten kann man dieses Epithelium theils in größeren Fragmenten, theils in seinen einzelnen platten, körnigen, bisweilen streifigen und nicht selten noch einen Kern darbietenden Blättchen (Fig. 25.) losstreifen. Bei größeren Bruchstücken dieses Epithelialüberzuges sieht man von außen sowohl als von innen noch die dachziegelartige Anordnung seiner einzelnen Lamellen. Oft schilfern sich solche größere blättrige Bruchstücke auf eine sehr regelmäßige, offenbar ihrer regulären Stellung entsprechende Weise los. Die Rindensubstanz erscheint auf den ersten Blick faserig. Meist gehen die Fasern longitudinal, verbinden sich auch wohl durch schiefe netzförmig. Schon bei dem Spalten des Haares erscheinen diese Fasern sehr platt und oft an ihren Enden mehr oder minder zackig. Behandelt man aber ein Haar auf zweckmäßige Weise mit Schwefelsäure und zerstört es durch Rollen zwischen zwei Glasplatten, so erkennt man als Elemente der Rinde sehr viele platte, vielfach gestaltete, oft zackige und bisweilen selbst noch eine helle Kernbildung scheinbar darbietende Blättchen (Fig. 28.), von denen sich freilich nicht genau bestimmen läßt, ob sie in situ naturali durch eine Intercellularsubstanz oder wie sonst an einander gefügt sind. Bieten sie hier ihre äußerst schmalen Seitenflächen zur Anschauung dar, so erscheinen sie als lineäre Fasern. Liegen sie zum Theil auf der Fläche, so können sie zu dem Scheine netzförmiger Verbindungen der Fasern verleiten. Bei den Haaren einzelner Thiere sind diese langen, schmalen Blättchen größer, und daher z. B. bei dem Ameisenbären weit leichter, als bei dem Menschen zu untersuchen. Die Abschilferung derselben nach Einwirkung von Schwefelsäure (Fig. 27.) erfolgt auch auf eine ihren Stellungen entsprechende, bald regulär faserige, bald wellige, bald schlingenartige Weise. Die Marksubstanz scheint zunächst dadurch zu entstehen, daß sich im Centrum Höhlenräume bilden und stellenweise einen fortlaufenden Canal oder durch vielfache Scheidewände unterbrochene Räume oder kleinere Zellenhöhlen darbieten. Daher oft, selbst bei dem Menschen, der Markcanal unebene Seitenwände hat und bei vielen Thieren in dieser Beziehung Mark- und Rindensubstanz auf das Vielfachste in einander greifen. S. Erdl, vergleichende Darstellung des innern Baues der Haare. München 1841. 4. Die Scheidewände der oft auch, z. B. in den Tasthaaren des Kaninchens, Luft führenden Markhöhlen scheinen im Wesent-

lichen ebenfalls Hornblättchen zu sein. Von den Pigmenten, welche in dem Haarschafte auftreten können, muß man drei Arten unterscheiden. 1. Durchdringendes Pigment, welches sich in der Substanz des Haares, vorzüglich der Rinde, allgemein verbreitet zeigt, dieselbe chemisch zu durchdringen scheint und weiß, gelb, roth, heller oder dunkeler braun sein kann. 2. Pigmentzellen des Markes, welche bald einzeln, bald gehäuft vorkommen und Strecken der Markhöhle mehr oder minder vollständig ausfüllen können (Fig. 27.). 3. Pigmentflecke der Rinde. Diese sind bei dem Menschen und vielen Thieren in der Regel bedeutend kleiner, als die des Markes, oft von länglicher bis spindelförmiger Gestalt, liegen meist zerstreut und longitudinal, den Rindenfasern folgend. Die Grundfärbung der Haare rührt immer, bei dem Menschen wenigstens, von dem Pigmente Nro. 1 her und wird höchstens durch das von Nro. 2 und am wenigsten durch das von Nro. 3 modificirt. Uebrigens erscheint die Existenz und Ausdehnung dieser beiden letzteren Pigmente vorzüglich äußerst variabel. Außer dem Pigmente haftet nicht selten äußerlich und mehr zufällig Oel an den Haaren oder durchdringt auch die Substanz desselben. Nach unten zu geht der Haarschaft in seinen Wurzeltheil über. Während nämlich derselbe nach oben hin im Allgemeinen dünner wird und spitz abgerundet, seltener gespalten endet, wird er nach unten zu meist allmälig dicker, zeigt nur selten geringere Unebenheiten, schnürt sich oft an seinem Eintritte in die Haut etwas ein und setzt sich dann, nach unten dicker werdend, in seinen Wurzeltheil fort. Dieser bildet entweder eine kolbige, gerade oder gekrümmte Anschwellung oder fährt häufiger mit den einzelnen Bündeln, vorzüglich der Rindensubstanz, pinselartig aus einander. Nur bei dem pathologischen Erscheinen von Haaren im Ovarium, wobei sie frei im Fette liegen, fehlt nach den Untersuchungen von Schröder van der Kolk und van Laer der verdickte Wurzeltheil auch bisweilen gänzlich, so daß selbst das Wurzelende des Haares spitz ausläuft. Die in der Haut selbst verborgene Partie des Haares steckt in einem doppelten Sacke, in einer deutlichen Einstülpung der Oberhaut und einer innern hellen, bisweilen vom Haare zum Theil durch Oel getrennten Hülle, der sogenannten Wurzelscheide. Die nähere Beschreibung beider Gebilde siehe unten in dem dritten Abschnitte bei Gelegenheit der menschlichen Haare. Unterhalb des Wurzeltheiles des Haares, der oft deutlich hohl erscheint, zeigt sich eine aus großen, nahe an einander liegenden, durch eine helle Zwischenmasse getrennten Kernen bestehende Bindemasse. Vorzüglich bei grauen Haaren bemerkt man nach Behandlung mit Essigsäure einzelne der Einwirkung dieses Reagens widerstehende isolirte streifenartige Bruchstücke, welche sich auch zum Theil höher hinauf erstrecken. Jene Zellenkerne, die sich wahrscheinlich mit Zellen umgeben, gehen fast unzweifelhaft durch eigenthümliche Verhornung in die Blättchen der Rindensubstanz und, wo sie vorhanden sind, in die Scheidewände der Marksubstanz über. Das Pigment in der Höhlung des Markes scheint in den Wollhaaren des menschlichen Embryo erst secundär abgelagert zu werden. Wenigstens sieht man in den feinen Härchen der Frucht aus der Mitte der Schwangerschaft oft einen deutlichen hohlen, mit keinen Pigmentzellen versehenen Markcanal. In Betreff des Nähern der oben erwähnten abgebrochenen streifenartigen Bruchstücke, des Wachsthumes, der Wiedererzeugung und der Entwicklung der Haare muß ich übrigens auf Henle, allg. Anatomie, S. 298, und G. Simon, in Müller's Archiv, 1841, S. 361, verweisen. Die kleineren Haare der Thiere, vorzüglich der wirbellosen, sind rücksichtlich ihres feinern Baues noch gar nicht untersucht worden. Die Borsten und Stacheln stimmen nach den Beobachtungen von Erdl in ihren wesentlichen drei Grundtheilen mit den Haaren überein. Ueber

die Structur der Federn siehe Schwann, mikroskopische Untersuchungen, S. 93—99.

Anhang.

Gewebe der Krystalllinse. Obgleich das Gewebe der Linsenkapsel einerseits und das der Linse anderseits im vollendeten Zustande keine irgend deutliche Verwandtschaft mit dem Horngewebe darbietet, sondern gleich dem so dunkeln Gewebe des Glaskörpers durchaus eigenthümlich dasteht, so glaube ich diese Elemente doch noch am passendsten aus embryologischen Gründen als Anhang dem Hornsysteme beifügen zu müssen. Die von Huschke zuerst beobachtete Linseneinstülpung, welche sich bei den Embryonen des Hühnchens und der Fische so leicht wahrnehmen läßt, giebt der Linsensubstanz die ursprüngliche Bedeutung von metamorphosirten Epidermidalzellen, während die so durchsichtige Linsenkapsel vielleicht durch eine analoge Veränderung, wie wir bei der innern Wurzelscheide des Haares sehen, entsteht. Die Linsenkapsel bildet immer ein durchsichtiges, steifes und eigenthümlich, wie glasartig in unregelmäßigen Wellenlinien brechendes Häutchen. Untersucht man diese Membran bei Thieren, wo sie dicker und stärker ist, z. B. im Auge des Pferdes, so zeigt sie an den Bruchrändern mehrfach über einander liegende Blätter, welche ungleich hervortreten und vielleicht mehren Schichten angehören. Die ganze Haut ist so einförmig und durchsichtig, daß man, wenn sie flächig ausgebreitet ist, gar keine ferneren Elementartheile erkennt. Faltet man sie, z. B. bei dem Pferde, dagegen, so sieht man oft an den Faltungsstellen, vorzüglich bei etwas gedämpftem Lichte, sehr feine, häufig wie hingehauchte und sich meist nur durch ihre Schattenlinien begrenzende, gerade und steife Streifen, die oft zwar sehr schwer, aber ganz bestimmt wahrnehmbar sind. Durch Behandlung mit Weinsteinsäure sah ich sie um Vieles deutlicher werden. Wahrscheinlich sind dieses nicht sowohl gesonderte Fasern, als feine Faltenabtheilungen der eingerollten Fläche. Die Linsensubstanz selbst besteht aus eigenthümlichen Linsenfasern, die blaß bis schwach granulirt sind, dicht an einander liegen und so Kugelschichten, welche einander gleich den Blättern einer Zwiebel einschließen, darstellen. Hierbei bilden sie Wirbel, deren Schilderung nicht hierher gehört, und endigen mit einer stumpfen Spitze. Bei dem Menschen und den höheren Thieren liegen die Fasern mit ihren ebenen Seitenrändern dicht und regulär an einander, zeigen sich bisweilen in ihrem Innern gestreift und bieten z. B. in den oberflächlicheren Schichten der Linse des Pferdes die scheinbare Eigenthümlichkeit dar, daß innerhalb einer Faser eine oder mehre (von Rändern durchscheinender Fasern vielleicht herrührende) Linien verlaufen. Wenn hier eine solche Täuschung, vorzüglich bei den breiteren Linsenfasern der oberflächlichen Schichten, eintreten kann, so zeigt sich ein anderer Fall bei den tieferen, welche den Kern darstellen. Die Linsenfasern der oberflächlichen Linsenlagen nämlich erscheinen viel breiter, als die letzten Fibrillen, in welche sich die tieferen, den Kern bildenden, sondern. Während z. B. bei dem Pferde jene Linsenfasern im Mittel 0,005''' messen, schwanken diese Fibrillen meist zwischen 0,0008 bis 0,0018'''. Oft liegen sie isolirt neben einander. Allein häufig sondern sich vorzüglich an den abgerissenen Rändern Fasern, welche denen der oberflächlichen Linsenschichten ungefähr an Breite gleich kommen, aber deutlich aus Fibrillen zusammengesetzt werden. Schon diese Thatsache läßt sich vielleicht dahin deuten, daß die centralen Fibrillen durch Längentheilung von Fasern entstehen. Schon eine genaue Betrachtung der Umrisse der von der Fläche gesehenen Linsenfasern muß zu der Ueberzeugung führen, daß sie zwar platt, aber seitlich polygonal seien. Denn

an den Seiten sieht man einen schmalen hellen oder in Schatten liegenden Streif, der nur von einer winklig abfallenden Fläche herrühren kann. Betrachtet man das freie Ende der Fasern, so sieht man deutlich, daß sie mehr oder minder sechseckig sind und daß nur die obere und die untere Fläche derselben auf Kosten der unter spitzem Winkel zusammenstoßenden Seitenflächen ausgebildet sind. Auf feinen senkrechten Schnitten bestätigt sich diese Anschauung. Vorzüglich gilt dieses von den größeren Fasern. Auch an den Fibrillen deuten die Lichter und Schatten ihrer Ränder auf eine hexagonale Gestalt. Allein hier fehlt der definitive Beweis durch Anfertigung feiner Querschnitte. Statt dieser geradflächigen Form aber zeigen die Linsenfasern bei Fischen, Fröschen und anderen niederen Wirbelthieren Zacken, mit welchen sie wechselseitig in einander greifen und die auch vielleicht rudimentär noch bei Säugethieren, wenigstens bisweilen, erscheinen, obgleich man hier regulär aufliegende Körnchen nicht für Zähnchen halten darf. Vorzüglich an den breiteren Linsenfasern gewahrt man noch größere und kleine aufliegende Körperchen. An den Fibrillen dagegen zeigt sich eine Erscheinung, deren Deutung noch problematisch ist. Man sieht nämlich eine Menge von Strichen, welche den Längendurchmesser der Fibrille schief schneiden, offenbar oberflächlich liegen, bisweilen für jede Fibrille selbstständig sind, meist aber über mehre oder viele schief hinabsteigen. Diese schon von Corda, R. Wagner und Werneck gesehenen Gebilde machen an fortlaufenden Fibrillen einen ähnlichen Eindruck, wie die Querstreifen der Muskelfasern. Sind bloße gekrümmte Fragmente von Fibrillen im Gesichtsfelde, so wird man unwillkürlich an die wurmförmigen Gefäße der älteren Pflanzenanatomen erinnert. Ich weiß nicht, ob ich irre, wenn ich sie geradezu für ein System sehr feiner und in anderer Richtung zwischen die gröberen Fibrillen durchgehender Fäden halte. Ihre Breite beträgt im Pferde im Mittel 0,0005'''. Diese verschiedenartigen Linsenfasern liegen mit der auffallendsten Regularität in ihrem meist bogigen Verlaufe an einander. Weniger fällt dieses bei den Fasern der oberflächlicheren Schichten der Linse, als bei den Fibrillen, die sich in dieser Beziehung oft wie die Linien des feinsten Glasmikrometers darstellen, auf. Die breiteren Linsenfasern isoliren sich bei ihrer Zähigkeit schwer von einander. Dagegen haben die Fibrillen umgekehrt eine gewisse Sprödigkeit, so daß es z. B. bei dem Pferde sehr leicht wird, mannigfache, größere und kleinere stäbchenartige Bruchfragmente in der Flüssigkeit schwimmen zu sehen. Die Bruchflächen der größeren Fasern sowohl, als der Fibrillen erscheinen meist uneben. In einzelnen der letzteren bemerkte ich auch mehrfach eine Art confervenartiger Quergliederung. — Während aber auf diese Art die Schichten der Fibrillen vorzugsweise den härtern Kerntheil und die breiteren Fasern, wo die Unterschiede beider Gebilde schärfer ausgesprochen sind, die weicheren peripherischen Lagen zusammensetzen, begegnen wir dicht unter der Linsenkapsel einer halbweichen Schicht, der sogenannten Morgagni'schen Feuchtigkeit, welche in sehr verschiedener Menge vorkommen kann, und bei dem Menschen vorn reichlicher als hinten vorhanden sein soll. Man beobachtet neben einer größern oder geringern, doch stets unbedeutendern Menge einer durchsichtigen farblosen Grundflüssigkeit die Zellen, welche sie zusammensetzen, am einfachsten, wenn man eine ganze noch in ihrer Linsenkapsel eingeschlossene Linse mikroskopisch untersucht. Die Zellen sind isolirt oder wenigstens nicht dicht zusammengedrängt, oft rund, werden aber auch durch engere Aneinanderlage vollkommen polyedrisch, gleich parenchymatischem Pflanzenzellgewebe, zeigen oft einen granulirten, grauen, rundlichen bis länglich runden, centrischen bis excentrischen Kern, erinnern nicht selten an einzelne auf dem Wasser schwimmende Tropfen eines farblosen Oeles und messen meist

0,008 bis 0,012'''. Meist sind diese Zellen von den Fasern geschieden. Im Embryo entstehen die Fasern aus solchen, die sich an einander reihen und mit einander verschmelzen, so daß man bisweilen noch in einer Faser mehre successive Kerne sieht. Bisweilen glaube ich auch in der Linse des Hühnerembryo gesehen zu haben, wie sich eine Zelle an eine schon gebildete Faser ansetzte, so wie ich es Fig. 17. angedeutet habe. Solche Ansichten führten wahrscheinlich Schwann zu der Meinung, daß sich die Linsenfasern durch Verlängerung der Linsenzellen bilden.

Die Linsensubstanz ist hell und durchsichtig, trübt sich aber leicht von selbst oder durch Einwirkung von chemischen Reagentien. Die unmittelbare Trübung derselben nach dem Tode ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden. Bei Kälbern z. B. tritt sie sehr rasch ein, während sich die Linsen des Pferdes bis zu beginnender Fäulniß theilweise oder gänzlich durchsichtig zu erhalten pflegen. Das sp. G. der Linsensubstanz des Menschen beträgt 1,079, des Schafes 1,18, der äußeren weicheren Schichten des Ochsen 1,0765 und des Kernes 1,194 (Chenevix). Das Brechungsvermögen der ganzen Linse, das der atmosphärischen Luft als Einheit gedacht, gleicht 1,3839; das der äußeren Schichten 1,3786 und das des Kernes 1,3999 (Brewster). Essigsäure macht die Linsenfasern trüber und daher deutlicher, und läßt sie oft an einzelnen Stellen isolirter hervortreten. Weinsteinsäure hat denselben Effect und schlägt oft an ihnen noch kleine Körnchen nieder. Hier sowohl, als nach Einwirkung von sauerkleesaurem Kali sehe ich oft an den breiten oberflächlichen Linsenfasern des Pferdes Zähnelungen des Randes, die mir sonst nicht aufgefallen sind und die wohl durch ungleiche Anfressung entstehen. Durch Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure erzeugen sich augenblicklich sehr heftige milchige Trübungen. Nach Berzelius enthält die Linsensubstanz Wasser 58%, membranöse Fragmente 2,4%, Wasserextract mit Spuren von Salzen 1,3%, Alkoholextract mit Salzen 2,4% und eiweißartige Materie 35,9%. Mulder fand in der Krystalllinse des Ochsen 55,39% Kohlenstoff, 6,94% Wasserstoff, 16,51% Stickstoff und 21,16% Sauerstoff, und berechnet daher diese Data als seine Formel des Protein (C_{40} H_{62} N_{10} O_{12}), von dem 15 At. auf 1 At. Schwefel kommen. Freier Phosphor fehlt hier gänzlich. Das Verhalten gegen Säuren, vorzüglich gegen Essigsäure, läßt auf eine caseinähnliche Constitution schließen. In getrübten Linsen fanden sowohl Wurzer bei dem Bären, als Lassaigne bei dem Pferde eine vorherrschende Menge erdiger Bestandtheile, vorzüglich von phosphorsaurer Kalkerde.

Der Zweck der Linse, durch ihre Brechkraft bei dem Sehen zu nützen, bedingt ihre Durchsichtigkeit, so wie ihre mit der Iris und vielleicht anderen Apparaten des Auges verbundene Fähigkeit, das Accommodationsvermögen des Sehorganes zu erzeugen, ihre dichtere Consistenz im Kerne, ihre dünnere an der Peripherie nothwendig macht. Eine mikroskopische, der Gegenwart entsprechende Untersuchung der sogenannten wiedererzeugten Linsensubstanz fehlt noch gänzlich. Findet eine wahre Regeneration derselben Statt, so würde dieses wieder auf eine Aehnlichkeit mit Epidermidalgewebe hindeuten.

Ueber die helle durchsichtige Substanz des Glaskörpers erhält man durch die Untersuchung von Thieraugen nicht mehr Belehrung, als durch die Erforschung des Gesichtsorganes des Menschen (S. den dritten Abschnitt bei dem Auge). Durch Vermischung der Substanz desselben mit kleesaurer Kalilösung entstehen feine, durch einen Körnchenniederschlag weißlich werdende Membranen, welche aber eben so wenig als das Gefrieren einen zelligten Bau dieses Gebildes irgendwie bestimmt nachweisen. Die Substanz des Corpus vitreum be-

steht nach Berzelius aus 98,40% Wasser, 0,16% Eiweiß, 0,02% Wasserextract und 1,42 Kochsalz mit etwas extractartiger Materie.

5. Umhüllungsgewebe.

Unter diesem provisorischen Namen umfassen wir eine Reihe von vielleicht sehr verschiedenartigen Gebilden, von denen die faserigen früher als fadig aufgereihtes Epithelium und zum Theil als beigemengte elastische Fasern, in neuester Zeit von Henle als Kernfasern, aufgeführt worden sind, während die membranösen entweder gar nicht bekannt waren oder mehr beiläufig bei ihren einzelnen Vorkommnissen besprochen wurden. Obgleich auf diejenige Klasse von sogenannten Kernfasern, welche zwischen anderen Fasern eingeschaltet sind, die Benennung Umhüllungsgewebe nicht ganz paßt, so dürfte doch der Umstand, daß dieser Ausdruck den Verhältnissen der meisten übrigen der hierher gehörenden Gewebe entspricht, die Wahl der Benennung vorläufig entschuldigen.

Bei allen mit stärkeren Epithelien bekleideten Häuten finden wir, sobald das Epithelium von selbst oder durch Abkratzen losgegangen ist, einen mikroskopisch bestimmten Rand, der als eine glashelle, hautartige Masse vorzüglich da, wo die Fasern gegen die Oberfläche senkrecht stehen, erscheint, und an welchem bisweilen Kerne unmittelbar oder nach Einwirkung von organischen Säuren kenntlich werden. Die nach dem sehr zarten und oft nicht mehr kenntlichen Pflasterepithelium zum Vorschein kommende helle Haut an der innern Oberfläche der Gefäße wäre vielleicht auch hierher zu rechnen. An diese erste Form reihen sich als zweite entschiedener membranöse glashelle, mit rundlichen und häufiger länglich runden Kernen versehene Hüllen, welche an den Läppchen der Thymus, den Nervenfasern (Fig. 30.), den Muskelfasern u. dgl. vorkommen und bei diesen einzelnen Geweben ausführlicher erörtert werden. Auch mittelgroße Schlagadern und Blutadern zeigen unter günstigen Verhältnissen eine ähnliche Bildung, bei welcher die Grundlage, in welcher sich die Kerne befinden, entweder eine helle durchsichtige, gleichartige, das Gefäß von außen umschließende Membran ist oder diese an den Stellen der Nuclei zellenartige Hervorragungen bildet. Diese letztere Formation wird dann in den Capillaren häufiger (Fig. 93.). An diese Formen schließt sich das vorzüglich als fadig aufgereihte Epithelium oder als corpuscula granulosa beschriebene Umhüllungsgewebe der quergestreiften Muskelfasern (Fig. 80., 81., 82.). Hier erscheinen an dem Sarcolemma im frischen Zustande theils gar nicht, theils weniger deutlich, obgleich mit Bestimmtheit kenntliche, nach Einwirkung organischer Säuren, wie Essigsäure, Weinsäure, sogleich hervortretende, meist längliche Kerne, welche in einzelnen Distanzen größtentheils longitudinal und zum Theil abwechselnd gestellt sind. Man untersucht ihre Detailsverhältnisse am besten bei dem Rinde, dem Frosche und vorzüglich dem Krebse, bei welchem diese Kernbildungen, wie die der Nerven, eine verhältnißmäßig bedeutende Größe darbieten. Bei dem Frosche z. B. sieht man dann bei gehöriger Beschattung und Einstellung des Focus, daß von den Kernen aus blasse Fäden oft ununterbrochen longitudinal gerade bis zu dem nächsten Kerne verlaufen, und daß die Enden von diesem bald insensibel in die blasseren Fäden übergehen scheinen, sich aber bald durch größere Saturation unterscheiden. Bisweilen erkennt man noch in dem Anfangstheile des Fadens oder in seinem Verlaufe innerhalb des hellen Doppelstriches, welchen er bildet, einzelne distante Körnchen, bisweilen erscheint er auch in Form einer leeren Doppellinie u. dgl. mehr. Zwischen diesen an beiden Enden der langen schmalen

Kerne hervorgehenden Faden und ihnen mehr oder minder parallel finden sich dann dünne Fäden oder Streifen, an welchen keine Kernbildung mehr kenntlich ist. Anderseits gewahrt man auch spindelförmige, hörnerartig gekrümmte, mehr rundliche Kerne u. s. w., welche bisweilen kelchartig in einander gefügt (Fig. 82. *b.*) oder in Theilung begriffen sind u. dgl. Bisweilen lösen sich auch einzelne, deutlich in Zellen eingeschlossene Kerne los (Fig 82. *a.*). Wahrscheinlich diesen Gebilden zunächst stehen diejenigen Umhüllungsfasern, welche wir so oft an den Drüsenschläuchen, an den geschlossenen Cysten um die Hirnsandkugeln, an den Wimperblasen beobachten und die als gleichlaufende Fäden mit deutlichen Kernen oder spindelförmigen Anschwellungen erscheinen. Endlich gehören noch zum Theil diejenigen feinen, durch Essigsäure und andere organische Säuren zum Vorschein zu bringenden Fasern, hierher. Behandeln wir ein Stückchen Zellgewebe mit Essigsäure, so werden die gewöhnlichen Zellgewebefasern gallertig, hell und unkenntlich. Es erscheinen aber dann stets neben zerstreuten Kernen viele feine gelbliche, oft geschlängelte oder gekrümmte, nicht selten sich spaltende und zu Netzen anastomosirende Fasern, welche bisweilen ein einzelnes Bündel gänzlich oder stellenweise spiralig umwickeln. Theils in ähnlicher Form zeigen sich diese Umhüllungsfasern auch an anderen Geweben. Oft aber nehmen sie eine mehr reguläre Gestalt an, indem sie den Grundfasern des Gewebes paralleler folgen. Einige andere Eigenschaften derselben wurden schon in dem ersten Theile bei Gelegenheit der Verhältnisse des Kernes und der sogenannten Kernfasern bemerkt.

6. Elastisches Gewebe.

Die gelben bis weißgelblichen, einerseits sehr elastischen, anderseits sehr brüchigen, durch ihre Festigkeit und häufig durch sehr dunkele Randlinien sich auszeichnenden Fasern, welche dieses Gewebe zusammensetzen, erscheinen entweder als schmalere oder breitere, zum Theil verästelte Fasern oder Fasernetze, oder erlangen bei ihrer netzartigen Verbindung einen solchen Grad von Breite und Verschmelzung, daß das Ganze mehr einer durchlöcherten Membran gleicht und an gewisse netzförmige Verholzungsformen der Gewächse auf eine sehr auffallende Weise erinnert. Feinere gelbliche, elastische Fasern, die sich oft gabelig spalten, finden sich sehr häufig zwischen dem Zellgewebe gewisser Organe, wie z. B. der äußern Haut, an den serösen und Schleimhäuten, einzelnen Fascien u. dgl. mehr, und werden dann theils von vorn herein, theils nach Behandlung mit organischen Säuren kenntlich. Größere Anhäufungen dieses Gewebes, wobei breitere Fasern und Fasernetze und nicht selten durchlöcherte Membranen mannigfach unter einander gemengt sind, verleihen dem Theile schon eine für das freie Auge mehr kenntliche gelbliche bis gelbere Farbe und einen auffallendern Grad von Elasticität, wie wir z. B. an der äußersten Lage der Speiseröhre, an den Bändern und Häuten der Athmungsorgane, dem Aufhängebande des Penis und in noch stärkerm Grade an den cavernösen Körpern, den gelben Bändern, den Arterien sehen. Wo endlich starkes elastisches Gewebe allein, wie in dem Nackenbande der Säugethiere existirt, erscheint das Ganze bei jungen Thieren gelblich weiß bis gelblich grau, bei älteren mehr gelb, äußerst fest und straff und dabei bis zu einem gewissen Grade elastisch und zeichnet sich zugleich durch eine bedeutende Widerstandskraft gegen Wasser, selbst bei dem Kochen und zum Theil gegen Säuren aus. Untersuchen wir als Normalrepräsentanten des Typus des elastischen Gewebes mit stärkeren Fasern das Ligamentum nuchae des Ochsen, so finden wir theils steife, theils in ihren Rißfragmenten mannigfach sich biegende und einrollende, mit meist sehr

dunkelen Schattenrändern versehene und oft, nach diesen zu urtheilen, prismatisch erscheinende Fasern, welche sich nicht selten theilen und an denen eine mehr oder minder dunkele Spaltungslinie nicht selten über die Theilungsstelle hinaus nach rückwärts kenntlich ist. Sehr oft erscheint ihr Inneres einförmig, heller oder strichweise schattig getrübt. Bisweilen erkennt man neben einander verlaufende Streifenlinien, als seien die elastischen Fasern aus dicht bei einander liegenden eng verschmolzenen oder noch nicht gesonderten Fäden zusammengesetzt, obgleich häufig Bilder der Art auch durch rein optische Phänomene zu Stande kommen können. Die Bruchränder erscheinen nicht selten zackig, ungefähr als hätte man zwei oder mehr genau an einander geleimte Glasstäbe zerbrochen. Es hat nämlich nicht selten das Aussehen, als gehe eine dünnere Faser aus dem Centrum einer abgebrochenen dickern hervor und ließe sich sogar in dieser noch eine Strecke weit rückwärts verfolgen. Bei der Drehung des Präparates und Veränderung der Beleuchtung sieht man allerdings meist, daß dieses Bild nur eine Täuschung ist und dadurch entsteht, daß ein schmalerer längerer Fasertheil an und unter einem breitern liegt. Ob dieses jedoch immer stattfindet, bleibt dahin gestellt. Bisweilen zeigen auch einzelne Fasern eine durchgehende dunkele Querlinie, die in der Regel von einer gleichlaufenden hellen begleitet wird. Nach dem Kochen der Fasern in einer Auflösung von kaustischem Kali bleiben einzelne von ihnen ganz unverändert, während andere eine oder wenige dunkele Linien erhalten, noch andere vollkommen streifig werden, obgleich die schattigen Streifen nie so dunkel als die Seitenränder erscheinen. Feine Querdurchschnitte zeigen stets vollständige oder unvollständige dunkele Randlinien und ein helleres Innere, boten mir jedoch bis jetzt keine deutlichen Anschauungen eines etwa existirenden Centralcanales dar. Verfertigt man sich feine Längen- oder Querschnitte des Nackenbandes z. B. des Ochsen, so sieht man neben diesen Fasern außer eingestreuten Zellgewebebündeln an einzelnen Stellen an den elastischen Fasern und zwischen ihren Netzen und Gruppen helle granulirte membranöse Ausbreitungen, die oft ihrer großen Durchsichtigkeit wegen, besonders wenn keine Körnchen an ihnen liegen, übersehen werden können, bei Beschattung auffallen und bisweilen noch einen, wie es scheint, nucleusartigen Körper an sich haben. Die feineren elastischen Fasern anderer Theile theilen wahrscheinlich immer wenigstens die wesentlichsten geschilderten Eigenschaften der größeren. Wo die Maschenräume in Verhältniß zu den Fasern sehr klein sind, erscheinen die Ränder derselben ebenfalls sehr dunkel.

Vergleichen wir die elastischen Fasern z. B. des Nackenbandes älterer Thiere mit denen jüngerer, so finden wir nicht nur die oben schon erwähnte Farbenverschiedenheit, sondern bemerken auch auf der Stelle, daß die stärksten Fasern des jungen Individuum beträchtlich schmäler als die des ältern sind — eine Sache, die, wie ich glaube, Henle mit Unrecht in Zweifel zieht. So messen bei dem Rinde die feineren in ihrer Breite 0,001''' bis 0,0025'''; die stärkeren 0,003''' bis 0,008''', während im Kalbe die meisten eine Breite von 0,001''' bis 0,003''' haben und so breite als die stärksten im Ochsen sind, wahrscheinlich nie gefunden werden. Die elastischen Fasern des Kalbes erscheinen außerdem blasser, mit einem Stiche ins Graue, so wie nicht selten an einzelnen Stellen ihrer Substanz longitudinal körniger, und haben oft an ihren Seitenrändern Fragmente der schon erwähnten granulirten Haut an sich. Ihre embryonale Entstehung beruht wahrscheinlich, vorzüglich da, wo sie Netze bilden, darauf, daß primäre kernhaltige Zellen entstehen, an ihren Wandungen körnig und in ihrer Form abgeplattet werden, und daß man daher dann in dem Nackenbande des Rindsembryo granulirt faserig gestellte und zum Theil

noch mit Kernen versehene Zellen sieht. Während diese letzteren vermuthlich in dem höchsten Grade ihrer Abplattung und mit theilweisem Verluste der Saturation ihres Kernes oder des Nucleus selbst und der körnigen Beschaffenheit ihrer Wandungen verbleiben, bilden sich vermuthlich, sei es an den Seitenwänden der isolirten oder verschmolzenen Stellen oder in der zwischen ihnen existirenden Intercellularsubstanz die elastischen Fasernetze, deren specielle Erzeugung jedoch noch gänzlich unbekannt ist. Ob die feineren und mehr isolirt verlaufenden elastischen Fasern dieselbe, oder wie nicht unwahrscheinlich, eine andere Entstehungsweise haben, läßt sich bei dem Mangel an sicheren Beobachtungen irgend einer Art noch gar nicht bestimmen. Viel theoretisch Ansprechendes hat die Vermuthung von Henle, daß die elastischen Fasernetze nur eine eigenthümliche Entwicklung seiner sonst die Zellgewebebündel umgebenden Kernfasern seien. Denn offenbar läßt sich schon oft zwischen diesen und feineren elastischen Fasern keine ganz bestimmte Grenze ziehen.

Das elastische Gewebe zeichnet sich durch eine bedeutende Widerstandskraft gegen die Einwirkungen von kaltem und warmem Wasser, von Alkohol, Aether, Säuren und selbst Alkalien aus und giebt nach den Beobachtungen von Joh. Müller nach sehr anhaltendem Kochen mit Wasser einen eigenthümlichen Leim, dessen wäßrige Lösung durch essigsaures Blei und noch stärker durch Essigsäure getrübt, durch schwefelsaure Thonerde und Kalialaun gefällt und durch schwefelsaures Eisenoxyd kaum getrübt wird. Der Nutzen des elastischen Gewebes wird durch seine Benennung angedeutet.

7. Fadencylindergewebe.

Eine ziemliche Reihe von verschiedenen Theilen, welche sich für das freie Auge oft sehr deutlich von einander unterscheiden und auch functionell sehr different sind, zeigen als letzte anatomische Elemente feine, mehr oder minder elastische, weder stark abgeplattete, noch zu varicös angeschwollene Fäden, die mit Wasser gekocht Leim geben. Hierher gehören das Zellgewebe oder Bindegewebe, die Sehnen, die Bänder, die vollständig faserigen Scheiben, die faserigen Häute, die Lederhaut, die Sklerotika und zum Theil die Blut- und Lymphgefäße. Nach dem gegenwärtigen Stande der Geweblehre handelt man am füglichsten diese Gewebelemente unter Einer Rubrik, für welche mir der oben vorangestellte Namen der passendste zu sein scheint, ab. Obgleich aber die letzten Elemente aller vorläufig hierher gestellten Gewebe unter dem Mikroskope einander so ähnlich erscheinen, daß man oft vergeblich nach bestimmten charakteristischen Differenzen sucht, so lassen sich doch schon jetzt einerseits feinere Nuancenunterschiede angeben, während anderseits die mit freiem Auge wahrnehmbaren anatomischen, chemischen und physiologischen Verhältnisse uns immer ermahnen, daß hier die bisherigen mikroskopischen Leistungen gegen die Ergebnisse anderer Forschungsrichtungen zurückstehen [1]).

[1]) Nur weil ich bei der gegenwärtigen Darstellung von dem rein mikroskopischen Standpunkte ausgehen muß und vorzüglich um Raum zu ersparen, habe ich die obige, in vielen Beziehungen sehr unnatürliche Klasse, die nur als eine provisorische anzusehen ist, gewählt. Vielleicht ließe sich noch als ein allgemeineres Merkmal derselben die Eigenthümlichkeit anführen, daß ihre Contractilitätsphänomene schwach und in vielen Beziehungen von dem Nervensysteme unabhängiger sind, nach anderen äußeren Einwirkungen leichter eintreten und daß dann, sobald es die Consistenz der Fäden erlaubt, Zickzackbiegungen, nie aber varicöse Anschwellungen derselben erscheinen.

a. Zellgewebe oder Bindegewebe.

Die Fäden desselben zeigen sich weißlich oder in größeren Massen auch mit einer geringern oder stärkern Nuance von Gelbröthlich, liegen theils isolirt, theils zu wenigen an einander oder bilden 'auch Fadenbündel oder Fasern, erzeugen dann leicht Irisationen und Farbenspiel, vorzüglich an den engen zwischen ihnen befindlichen Spalten und nehmen leicht eine gelbgrünliche oder röthlich schillernde Färbung, die jedoch nur optisch ist, und auch bei achromatischen Mikroskopen bei durchfallendem Lichte eintritt, an. Bündelweise oder in einer Membran, wie z. B. dem Gekröse nach ausgespannt, schlängeln sie sich leicht mehr oder minder homogen. Vereinzelt oder zu wenigen gruppirt oder in dünneren Bündeln biegen, krümmen und verwickeln sie sich sehr leicht, gleich früher eingewickelten und aufgerollten Zwirnsfäden. Varicositäten, besonders dunkele, auffallende Ränder oder zackige Rauhigkeiten an diesen fehlen, wie es scheint, gänzlich. Ihr Durchmesser beträgt 0,0004 bis 0,0012 P. L. Unter sehr starken Vergrößerungen erscheinen sie noch gleichförmig ohne Centralcanal. Nur muß man sich hier nicht durch Schattenstreifungen, welche oft durch die enge Aneinanderlage zweier oder mehrer Fäden entstehen, verführen lassen. Die Conformation der ihrer Spannung beraubten Zellgewebefäden könnte zu dem Irrthume verleiten, noch eigene Körperchen, Klümpchen und dgl. in dem Zellgewebe zu finden. Unter schwächeren Vergrößerungen nämlich wird durch die ringförmige oder unregelmäßige Einrollung der Fadenbündelchen oder selbst einzelner Fäden ein solches Aussehen hervorgerufen. Unter stärkeren Linsen glaubt man auf den ersten Blick nicht selten ein Knötchen oder ein Körperchen deshalb zu sehen, weil eine einzelne Faser sich plötzlich einknickt, umbiegt oder selbst schwach einrollt und so diese Einrollungsstelle die Form eines Köpfchens zeigt. Dagegen gewahrt man häufig innerhalb des ausgebreiteten Zellgewebes rundliche, rundlich eckige und länglichrunde Körper, die aber höchst wahrscheinlicher Weise immer nicht ihm, sondern dem Umhüllungsgewebe angehören. Die Zellgewebefäden werden durch Wasser und Weingeist nicht wesentlich verändert, durch Essigsäure dagegen sehr schnell unkenntlich gemacht und in eine gallertige granulirte, milchglasartige Masse verwandelt, während die Kerne und Fasern des Umhüllungsgewebes sogleich in reichlichster Menge deutlich hervortreten. Nach Henle erscheinen im Anfange der Einwirkung der Essigsäure oft undeutliche, dicht gedrängte Querstreifen, welche durch kleine Molecule erzeugt werden — eine Anschauung, die sich mir auch mehrfach darstellte, sobald nur die Zellgewebebündel auch nach Einwirkung der Säure ihre reguläre, mehr oder minder gestreckte Lage beibehalten hatten. In einzelnen stärkeren Bündeln soll dann noch nach Henle eine Art dunkler Achse, ungefähr, wie der Markcanal im Haare vorkommen. Verdünnte Schwefelsäure greift zuerst die Zellgewebefäden, dann die Kerne und hierauf die Fasern des Umhüllungsgewebes an und zieht zugleich die ganze zellgewebige Masse zusammen. Die Umhüllungsgebilde leisten auch verdünnter Chlorwasserstoffsäure und zum Theil verdünnter Salpetersäure größern Widerstand, als die Zellgewebefäden, werden aber durch kaustisches Ammoniak, welches im Anfange seiner Einwirkung noch distante, oft vereinzelte Fäden erkennen läßt, nicht deutlich wahrnehmbar und lösen sich in kaustischem Kali wahrscheinlich eben so rasch, wo nicht schneller, als die Bindegewebefäden auf.

Dem Zellgewebe liegen kernhaltige Zellen zum Grunde. Als Mittelstadium sieht man Zellenfasern d. h. es fallen zuerst längliche, mehr oder minder

verhältnißmäßig schmale mit Körnchen versehene Kerngebilde, von denen nach beiden Seiten verschmälerte Fasern ausgehen, auf (Fig. 10.). Die letzteren zeigen sich meist als schmale, einfache oder doppelte Linien. Bei genauerer Untersuchung sieht man aber, daß ihr Breitendurchmesser nicht so gering ist, daß sie vielmehr platt sind und indem sie auf der Kante stehen, so schmal zu werden scheinen. Am besten überzeugt man sich hiervon an Fasern, die platt aufliegen und zum Theil um sich gebogen sind (Fig. 10. *a.*). Diese Aeste sind bisweilen verzweigt (Fig. 10. *b.*); bisweilen gehen auch mehr als zwei von einer solchen Kerngegend aus. Die Nuclei sind in einzelnen noch isolirt kenntlich, in anderen nicht. Noch nicht hinreichend erörtert und vielleicht in Zukunft noch zu mancherlei Schlüssen führend scheint mir der Umstand, daß man diese Zellenfasern des Zellgewebes meist so isolirt sieht. Später gewahrt man Fasern, welche sich in Fäden spalten. Bisweilen finden sich selbst im Erwachsenen noch Fasern, an denen die Zusammensetzung aus Fäden minder deutlich ist und die vielleicht unvollkommen entwickelte oder junge Fasern sind.

Das Zellgewebe giebt mit Wasser anhaltend gekocht gewöhnlichen Leim oder Colla. Eingetrocknet weicht es in Wasser zum Theil vollständig wieder auf. Des Verhaltens gegen Säuren und Alkalien wurde schon oben gedacht. —

Wo Organe und Organtheile nicht unmittelbar mit einander in Verbindung treten, jedoch an einander geheftet werden sollen, bedient sich die Natur der Zellgewebebündel, welche sich in ihren lockeren, netzförmigen Verbindungen bei ihrer Weichheit und Dehnbarkeit leicht den verschiedenen Gestalt- und Volumensveränderungen der benachbarten Theile anpassen und zugleich bequem die Blut- und Lymphgefäße, so wie die Nerven neben und zwischen sich hindurchgehen lassen, Fettkugeln in ihre Maschenräume aufnehmen und sich mit ihrer lockern schwammigten Anordnung leicht mit wechselnden Mengen von Ernährungsflüssigkeit durchtränken können. Nach Verschiedenheit dieser äußeren Verhältnisse werden schon ihre physikalischen Eigenschaften vielfach in Anspruch genommen. Es scheint aber auch, als komme ihnen eine gewisse organische Contractilität, die sich besonders bei einzelnen aus zellgewebigen Fasern gebildeten Häuten oft deutlicher ausspricht, zu. Das gewöhnlich hier angeführte Zellgewebe der Tunica dartos (s. unten bei den Geweben der männlichen Geschlechtstheile) des Menschen dürfte weniger hierher gehören, als z. B. die Lederhaut. Indem aber das Zellgewebe als das verbindende Element einerseits auftritt, bildet es anderseits mehr oder minder ausgedehnte und vollständige Hüllen, sowohl um größere Organe und Organtheile z. B. die einzelnen Muskeln, die Lungen, die Leber, die Nieren ꝛc., als um die untergeordneten Partien derselben hinab bis zu den Gewebtheilen, z. B. um die einzelnen größeren und kleineren Muskelbündel bis selbst zu den Muskelfasern, um die einzelnen Nervenbündel bis zu den Primitivfasern herunter. Daher kommt es dann, daß sehr viele Elementartheile von zellgewebigen Hüllen (Perimysium, Neurilemma, äußere Hülle der Lymphgefäße, der Blutgefäße, äußere Formation der Drüsenschläuche u. s. f.) umgeben und so mit einander oder mit heterogenen Theilen verbunden werden. Auch diese Zellgewebeformationen nehmen wieder die Gefäße und Nerven, so wie eine große Menge der Ernährungsflüssigkeit auf und können wie z. B. in vielen Muskeln und Nerven, selbst, wenn sie nur kleinere Scheiden darstellen, noch Fettkugelablagerungen in sich enthalten. Bei allen diesen Bestimmungen verhält sich das Zellgewebe als Aeußeres zu den mehr eingeschlossenen Geweben, Organtheilen und Organen. Allein es selbst oder wenigstens seinen Fäden äußerst nahe Gebilde treten auch als innere Bestandtheile von Organtheilen selbst auf. Bei den Schleimbeuteln der Sehnen-

scheiden und dgl. finden wir als Grundlage nur verschieden verbundene Fasern und Bündel von Zellgeweben. Aehnliches gilt von der Spinnwebehaut und der weichen Haut des Hirnes und des Rückenmarks. In der harten Haut des centralen Nervensystemes, dem Lungenfelle, dem Herzbeutel, dem Bauchfelle, den Scheidenhäuten des Hodens, den Fascien, der Beinhaut, dem Trommelfelle, überhaupt allen fibrösen und sogenannten serösen Häuten, in der faserigen Grundlage der Schleimhäute und dgl. finden wir nur eine Verwebung von cylindrischen Fäden, die wir wenigstens bis jetzt durch keine allgemeineren Merkmale von den Fäden des Zellgewebes unterscheiden können. Ob sie wahrhaft mit ihnen identisch sind und ob nur das verschiedene Aussehen der genannten Theile, welche durch sie zusammengesetzt werden, von der Stärke ihrer Bündel und der Dichtigkeit ihrer Verwebung vorzugsweise abhängt, oder ob noch fein nuancirtere anatomische und chemische Unterschiede existiren, ist jetzt noch nicht zu entscheiden. Untergeordnete Differenzen werden schon hier wahrgenommen. Die Bündel der weichen Haut des Rückenmarkes stellen sich z. B. derber und fester, als die der Pia mater des Gehirnes dar. Die derberen Fasern und Fäden der Schleimhaut des Darmes werden nach der Oberfläche hin sehr zart, können durch mechanische Sonderung kaum mehr isolirt dargestellt werden, und erscheinen als Grundlage der Innensubstanz der Zotten und Falten so fein, daß sie nur an einzelnen Präparaten wahrgenommen zu werden vermögen. Allein anderseits muß man bekennen, daß noch kein einziges anatomisches oder chemisches Merkmal existirt, um unter dem Mikroskope Fasern und Fäden der genannten sehr verschiedenen Theile mit Sicherheit ihrem Ursprunge nach zu erkennen und von Elementen des gewöhnlichen atmosphärischen Zellgewebes genau zu unterscheiden. Dasselbe läßt sich von vielen Elementen der Blut und der Lymphgefäße, so wie selbst von zahlreichen unter den folgenden Rubriken anzuführenden Theilen behaupten. Eine andere Mißlichkeit, welche noch durch unsere gegenwärtigen mangelhaften Kenntnisse hervorgerufen wird, entsteht dadurch, daß sich oft vorzüglich in Theilen, bei welchen die Bindegewebebündel enger verflochten sind, z. B. in der Lederhaut, in den fibrösen Häuten platte Fasern, bei denen es sehr schwer zu entscheiden ist, ob sie zur Abtheilung der einfachen Muskelfasern oder muskulösen Fasern zu rechnen sind oder ob sie bloß einfache, weniger in Fäden gesonderte Zellgewebefasern oder ihnen isomorphe Elemente darstellen, vorfinden.

Eine eigenthümliche noch hierher gehörende Modification wird durch die in dem Tapetum der Säugethiere, an der Haut, den Bauchmuskeln u. dgl. der Frösche existirenden, schon bei dem Pigment beiläufig erwähnten Fäden, welche den silberfarbenen bis grünlichen oder sonstigen Schillerglanz hervorrufen, dargestellt. Unter dem Mikroskope erscheinen sie auch als sehr feine, sich schlängelnde und in ihren einzelnen Bündeln mehr oder minder gleichlaufende Fäden von sehr bedeutender Dünne. An der Außenfläche der Bauchhaut der Frösche z. B. sind sie breitere, wie es scheint, deshalb platte Fasern, deren Abtheilung in Fäden häufig nur undeutlich kenntlich ist, während anderseits sehr deutlich geschiedene Faserbündel existiren. Vielleicht liegen hier zwei verschiedene Arten von Fasern unter einander. Diejenigen, welche schöne breite, aus deutlichen Fäden zusammengesetzte, sich wellenförmig biegende Fasern darstellen, schillern hier, wie in dem Tapetum, bei durchfallendem Lichte, vorzüglich gelblich, violett, röthlich bis grün. Durch Weinsteinsäure, sauerkleesaures Kali und Essigsäure werden sie selbst hell und durchsichtig, so daß ihre Umhüllungsgewebe unter verschiedenen Formen leicht zur Anschauung kommen. Gegen stärkere Säuren und Alkalien dürften sie sich auch ähnlich, wie das Zellgewebe verhalten.

b. Sehnengewebe.

Die dasselbe bildenden Fäden sind denen des Zellgewebes isomorph und von ihnen meist durch die bloße Beobachtung unter dem Mikroskope nicht zu unterscheiden. Bisweilen erscheinen sie breiter, da ihre Fäden nicht vollständig von einander gesondert sind, bisweilen rauher, mit reichlichen unregelmäßigen, unter einander ungleich großen Körperchen hier und da belegt, häufiger oder in geringeren Entfernungen wellig gebogen, — lauter Eigenthümlichkeiten, die einerseits oft fehlen, anderseits auch mehr oder minder bei anderen Arten von Fadencylindergeweben vorkommen und daher keine Unterscheidungscharaktere darstellen. Es bleibt daher zur Erkenntniß dieses Gewebes nur vorzüglich die Festigkeit und das perlmutterglänzende, oft schillernde Aussehen, mit welchem sich die Geneigtheit zu regulären Schlängelungen verbindet, als Merkmal übrig. Schon bei dem Zellgewebe erzeugen die wellenförmigen Biegungen der Bündel, wenn eine bedeutendere Menge derselben homogen läuft, das Ansehen von Querbändern, wie z. B. das Neurilemma am besten zeigt. Da jene Grundbedingung bei dem Sehnengewebe noch häufiger eintritt und die Fäden hier, abgesehen von ihrem, in ihrer Gesammtheit oder in größeren Gruppen mehr gleichartigen Laufe, dichter mit einander verbunden sind, so erscheinen dann diese Querstreifenbildungen noch häufiger und zum Theil auffallender, wie z. B. in den Muskelsehnen, den Netzbalken der cavernösen Körper, den sehnigten Häuten u. dgl. mehr. Daß sie auch hier bei starker Ausdehnung durch Streckung der Fasern und Fäden vergehen, ergiebt sich von selbst. Da jedoch der Perlmutterglanz selbst in diesem Falle bleibt, so dürfte dieser eher in der eigenthümlichen Masse und der dichten Aneinanderlage der Sehnenfasern, als in den welligen Erhebungen und Senkungen der Fadenbündel seinen Grund haben. Auch die Entwicklung des Sehnengewebes, welche sehr früh (und auch wahrscheinlich rasch in den nachfolgenden Verstärkungsbildungen) vollendet wird, scheint im Ganzen analog den Zellgewebebündeln vor sich zu gehen. Doch bemerkt man gerade hier häufig platte Fasern (siehe Fig. 11) mit einzelnen meist länglichen, oft an den Kanten stehenden Kerngebilden, die, vorzüglich nach Aufbewahrung in Weingeist ein eigenthümliches steifes Aussehen darbieten und in dieser Beziehung gewissermaßen an elastisches Gewebe erinnern. Bei dem frischen Hühnerembryo haben sie, wenn sie schon platt sind, aber ihre inneren Kerne noch besitzen, ein körniges Wesen innerlich an ihren Wandungen, das sich selbst nach Einwirkung der Essigsäure erhält. Auch kam es mir bisweilen vor, als seien die platten Fasern oft in Verhältniß zu den Kernen etwas breiter. Secundär theilen sie sich in Fäden.

Die Sehnenfasern wirken vorzüglich durch ihre eigene Dichtigkeit und ihre feste Verwebung, welche neben ihrer Elasticität bestehen. Organische Contractilität scheint ihnen gar nicht oder sicher nur in sehr geringem Grade zuzukommen. Ihr Wiederersatz erfolgt, wie bei anderen Gebilden, die zellgewebige Fasern zu ihren Elementen haben, durch die Erzeugung von Narbenfasern, die im vollendeten Zustande freilich ebenfalls mit den Fasern des Zellgewebes und der Sehnen identisch sind, sich jedoch durch ihre Festigkeit noch besonders auszeichnen.

c. Bandgewebe.

Auch die Fasern der ächten, nicht aus vorherrschend elastischem Gewebe zusammengesetzten Bänder und bandartigen Stränge und Häute bestehen aus

cylindrischen, oft etwas steiferen und härteren Fäden, welche ebenfalls bündelweise homogen verlaufen. Die Bandscheiben haben theils ähnliche Fasern, theils bilden sie den Uebergang zu Faserknorpeln oder bestehen gänzlich aus diesen. Die Entwicklung dieser Theile scheint sich, besonders bei den ächten Bändern und den rein fibrösen Bandscheiben, mehr den Sehnen anzuschließen, obgleich sie sich von diesen später durch ihre weißgraue bis weißgelbliche Farbe, ihren Mangel an Schillerung, wie sie die Sehnen darbieten, und größere Straffheit unterscheiden. An den Seitenbändern und den Kreuzbändern des Kniegelenkes des menschlichen Embryo aus dem dritten Monate sieht man viele platte sogenannte Zellenfasern mit auffallenden länglichrunden Kernbildungen neben vereinzelten Kernen und Zellen, während sich schon im fünften Monate theils isolirte Fäden, theils ungetheilte Bündel mit aufliegenden, oft erst durch Essigsäure deutlich werdenden, meist länglichen und schmalen Nucleis zeigen.

Anhang.

Die Fasern der Sklerotica des Auges stimmen, so weit jene nicht aus ächter Knorpelsubstanz (Vögel, Reptilien, Fische, Cephalopoden) zu einem größeren oder geringeren Theile zusammengesetzt wird, im Wesentlichen mit den Fasern anderer fibrösen Häute überein (Fig. 12. a. b. c.). Sie sind mehr oder minder breit, bestehen aus einfachen, sich leicht schlängelnden Fäden und nehmen bei durchfallendem Lichte oft ein auffallendes gelbröthliches bis röthliches Farbenspiel an. Bisweilen scheinen sie z. B. bei dem Frosche etwas größern Widerstand der Einwirkung der Essigsäure zu leisten. Ob sie sich vollkommen, wie Zellgewebe oder Sehnenfasern entwickeln, vermag ich nicht bestimmt anzugeben. Allein wenigstens zeigen sie auch das Mittelstadium der sogenannten Zellenfasern mit länglichrunden schmalen Kernen. Ganz von ihnen verschieden sind die Fasern der Hornhaut. Diese bietet auf feinen senkrechten Durchschnitten oder auf geeigneten, durch Zerreißen erhaltenen Fragmenten sehr feine, helle und halbdurchsichtige Fäden, die meist nur bei beschattetem Lichte zum Vorschein kommen (Fig. 13), auf eigene, durch eine Zeichnung nicht deutlich wiederzugebende Weise schwach gebogen und wie in kleinen Spitzen abgerissen erscheinen, bisweilen durch Wassereinsaugung mehr oder minder paternosterartig werden können und nach Behandlung mit Weinsteinsäure oder Essigsäure kernartige und geschwänzte Umhüllungsgebilde in ziemlich weiten Distanzen von einander haben, dar. Am Hühnerembryo vom 12—14ten Tage erscheinen sie so, wie sie Fig. 14 gezeichnet worden. In Wasser schwillt auch die Hornhaut auf und giebt mit demselben gekocht Knorpelleim (Joh. Müller). Ihr essigsaurer Auszug wird durch Kaliumeisencyanid leichter, als die Lösung von Zellgewebe, gefällt. Schon diese anatomischen und chemischen Eigenthümlichkeiten, so wie ihre Durchsichtigkeit, nöthigen uns, die Corneafasern, die nicht in die Skleroticafasern übergehen, als eigenthümliche anzusehen.

8. Gefäßgewebe.

Da für die Verhältnisse des Bluts, des Chylus und der Lymphe besondere Artikel dieses Wörterbuches bestimmt sind, so werden hier nur die Eigenthümlichkeiten der Gewebe der Wandungen der Blut- und der Lymphgefäße dargestellt. Die Arterien, Capillaren und Venen bilden in Verbindung mit dem Herzen ein fortlaufendes Röhrensystem, welches nach innen eine epitheliale Innenhaut, nach außen ein eigenthümliches Umhüllungsgewebe hat. Zwischen diesen beiden extremen Grenzen liegen dann Längen- und Cirkelfaserschichten mit Bil-

dungen von elastischen, muskulösen und zellgewebigen Fasern, deren verschiedene Differenzen vorzugsweise den Unterschied von Arterien und Venen bedingen, die gegen die Capillaren hin immer schwächer, immer embryonaler werden und hier zum Theil vielleicht gänzlich verschwinden, zum Theil sehr rudimentär und fein erscheinen. Was diese einzelnen Lagen der Wandungen der Blutgefäße betrifft, so sind sie in neuester Zeit von Henle sehr genau dargestellt worden, und die folgenden Beschreibungen, welche sämmtlich nach der Natur entworfen sind, bestätigen größtentheils diese Mittheilungen. Die Röhren des Lymphgefäßsystemes bilden einen Anhangstheil des Venensystemes, mit dem auch der Bau der Wandungen am meisten übereinstimmt.

a. Blutgefäße.

In dem Herzen des erwachsenen Menschen bildet die innerste Haut eine scheinbar einfache, hellere oder schwach granulirte Membran, die vorzüglich bei senkrechten Schnitten bisweilen etwas Streifiges, jedoch meist nicht deutlich darbietet. Nach Behandlung mit Essigsäure sieht man z. B. bei dem Hunde zerstreute Kernbildungen. Bei jungen Kaninchen z. B. dagegen zeigt sie schon ohne Vorbereitung viele rundliche bis länglichrunde, zerstreute Zellenkerne, welche in Zellenfasern oder bandartigen platten Zellenstreifen stecken. Die Zellenstreifen, welche auch schwach granulirt sind, bieten häufig eine feine Längenstreifung dar. Aehnliche Erfahrungen lassen sich auch an vorgerückteren Embryonen des Menschen machen. Eine solche schwach granulirte Membrana intima mit zahlreichen, schon von selbst auffallenden, Zellenkernen bemerkt man selbst bei dem erwachsenen Frosche, z. B. in der Nähe des Austrittes des Arterienstammes aus der Herzkammer. Hier sowohl als bei dem jungen Kaninchen lassen sich oft höhere, mehr saturirte und tiefere blassere Kerne unterscheiden. Hinter dieser Innenhaut liegt nebst reichlicherem oder sparsamerem Zellgewebe eine geringere oder stärkere elastische Schicht, die als eigene Haut betrachtet, z. B. von Deschamps in neuester Zeit, als elastische Membran des Herzens aufgeführt worden ist. Bei dem erwachsenen Menschen sind die elastischen Fasern verhältnißmäßig schmal, verbinden sich oft netzförmig unter einander und leisten der Einwirkung der Alkalien ziemlich bedeutenden Widerstand. Oft liegen auch an dickeren Stellen mehrfache Schichten über einander. Auf senkrechten Schnitten sieht man, daß sie bis zwischen die Muskelfaserbündel hineinreichen. Die Muskelfasern der Kammern und der Vorkammern haben Querstreifen. Allein sowohl ihr ausgebildeter Zustand, als ihre Entwicklung, deuten mehrfach darauf hin, daß sie eigenthümlich und vielleicht weniger ausgebildet sind, als die übrigen zusammengesetzten Muskelfasern des Körpers. Abgesehen von der bedeutenden Schmalheit, welche sie oft darbieten, finden sich, wie Henle schon beobachtet hat, bei dem Menschen auch solche, welche in ihrem Centralcanale noch eine körnige Masse enthalten. Bei jungen Kaninchen sieht man häufig noch einzelne ganz embryonale Muskelfasern, welche sich durch Schmalheit und einen Centralcanal auszeichnen, reichliche Kerne an und vielleicht auch in sich haben und durch Essigsäure nicht heller, sondern grau granulirt werden. Neben den eigenthümlichen Muskelfasern bemerkt man hier noch platte, blaßgraue, granulirte, lange schmale, bandartige Gebilde mit reichlichen, meist länglichrunden Kernen — wahrscheinlich verbundene und verschmolzene Zellenreihen, die später zu quergestreiften Muskelfasern werden. Hierfür spricht auch der Umstand, daß ähnliche theils noch granulirte und helle, theils schon deutlich quergestreifte sehr schmale Fasern in dem Herzen der Reptilien und Frösche vorkommen und bei ihrer Zartheit theils frisch, vorzüglich aber nach Aufbewah-

rung in Weingeist keine Querstreifung erkennen lassen. Die zuckenden Bewegungen dieser von den gewöhnlichen quergestreiften sowohl, als einfachen Muskelfasern abweichenden Fasern kann man an ausgeschnittenen Stückchen der Atrien enthaupteter Frösche sehr schön beobachten. Auch bei einem frisch getödteten Hunde sah ich die Contraction der Muskelfasern, wenn ich mit der Scheere ein Stückchen der innern Oberfläche scheinbar nur der Membrana intima des rechten Ventrikels loslös'te. Das Thier war etwas mehr als drei Stunden vorher getödtet worden. Während der Contraction rückten die Querstreifen einander näher, wurden deutlicher und schienen sich auch etwas in die Höhe zu heben. Nach dem Aufhören der Zusammenziehung fielen sie an mehren Punkten weniger, als früher in die Augen. — Der Herzbeutel gehört zu den fibrösen Häuten und hat bei dem Menschen, den Säugethieren, den Vögeln ein Pflasterepithelium, und bei Fröschen und Tritonen ein Flimmerepithelium. Die venösen Klappen sind Duplicaturen der Innenhaut und der elastischen, in welche sich außer Zellengewebe, noch Sehnen- und selbst Muskelfasern hineinziehen können.

Während die älteren, mit bloßem Auge durch Abziehen bewerkstelligten Versuche, die Wandungen der Schlagadern in verschiedene Schichten zu trennen, unter einander im höchsten Grade abwichen und ihrer Natur nach nur noch einen historischen Werth haben, so unterschied man nach mikroskopischen Untersuchungen, nachdem man zuerst mit Unrecht die Selbstständigkeit einer Innenhaut überhaupt geläugnet hatte, eine im Erwachsenen einfache, im jungen Zustande epitheliale Innenmembran, eine vorzüglich aus elastischem Gewebe bestehende Mittelhaut, welche selbst, wie die Behandlung mit Holzessig, das Trocknen des Präparates, das Wiederaufweichen desselben und das Abziehen der Faserschichten lehrte, aus schraubenförmig verlaufenden Faserbündeln besteht, und eine äußere in das verbindende Zellgewebe übergehende Zellgewebehaut. Henle schaltete nun in neuester Zeit statt der mittlern Haut zwischen der epithelialen Innenmembran und der äußern zellgewebigen Tunica adventitia, noch vier Schichten, nämlich die gestreifte oder gefensterte Gefäßhaut, die Längsfaserhaut, die Ringfaserhaut und die eigentliche elastische Gefäßhaut, ein. Für das Studium der innern epithelialen Schicht eignen sich weniger die immer etwas älteren Leichen des Menschen, als die Cadaver frisch geschlachteter Hausfäugethiere. Entnehmen wir der Aorta des Kaninchens z. B. einen feinen Horizontalschnitt der innern Oberfläche, so sehen wir häufig am Rande Fragmente des arteriellen Gefäßepitheliums hervorstehen. Bei der ihrer Durchsichtigkeit wegen in der Regel nothwendigen Beschattung sieht man meist länglichrunde saturirtere Kerne in oft isolirtem, größtentheils faser- bis bandartig erscheinenden Zellen. Diese aber zeigen sich in anderen Fragmenten flächenartig ausgebreitet, erscheinen dann bedeutend breiter und bilden eine sehr dünne epitheliale Lage. Bei dem Hunde treten oft an dem gefalteten Rande bandartige, platte und leicht sich einrollende Fasern, an denen nicht selten der Kern eine Hervorragung bildet, peitschenartig heraus. Es dürfte sehr viel für sich haben, daß auch in den menschlichen Arterien, wie auf der Innenhaut des Herzens vielleicht eine ähnliche Schicht existirt und sich hier nur mit dem ausfließenden Blute größtentheils loslös't. Zieht man nun von der geöffneten Aorta z. B. des Hundes Fragmente der früher sogenannten Innenhaut los, so stößt man zunächst auf eine durchsichtige Membran, die sogenannte gefensterte Haut, welche selbst mattgrau erscheint und an sich feine, meist longitudinal verlaufende Netze zarter, nach Henle einfach oder mehrfach geschichteter und dann auch quer verlaufender Streifen oder Fasern hat. In der Aorta des Menschen und des Kanin-

chens, nicht aber in der des Hundes, rollte sie sich auch bei meinen Versuchen nach Anwendung von Essigsäure ein. Erinnern schon die an ihr wahrscheinlich nach außen befindlichen Fasern mehr oder minder entfernt an die netzförmige Verholzungsbildung der Pflanzen, so kann man in einem andern an ihr befindlichen Gebilde eine zweite Analogie der Art finden. Wo sie nämlich fragmentweise ausgebreitet ist, sieht man bisweilen rundliche bis länglichrunde, oft deutlich an einem oder an beiden Enden zugespitzte Oeffnungen, welche sehr niedrigen Porencanälen der Gewächse vollkommen gleichen, und bisweilen von blassen Seitenbändern, die einem unterliegenden Fasergebilde angehören, umgeben werden. Was die Natur dieser Theile betrifft, so kann ich nur soviel angeben, daß ich mich durch die Vergleichung der Lichtfärbung mit der des freien Gesichtsfeldes des Mikroskopes überzeugt habe, daß die Pore keine wahre Oeffnung ist, sondern daß diese durch eine darüber hinweggehende ganz durchsichtige Membran bedeckt und geschlossen wird, ungefähr wie ganz das Gleiche in Betreff der Poren der Pflanzenzellen mit der primären Zellenmembran der Fall ist. Ob jedoch eine wahre Durchbohrung in einzelnen Fällen eintrete, ungefähr wie auch bei den verholzten Pflanzenzellen ausnahmsweise die primäre Zellenmembran resorbirt werden kann, muß ich unentschieden lassen. Schnitt ich mit der Scheere von der innern Oberfläche einer kleinern Arterie z. B. einer lumbalis des Hundes einen feinen Abschnitt los, so zeigte sich, wenn man den Focus an die Oberfläche einstellte, ein von Maschenräumen durchbrochenes Netzwerk, welches ganz der Form des elastischen Gewebes, bei welcher eine poröse Membran allein existirt, glich und mit manchen Gestalten der netzförmigen Verholzung der Pflanzen die größte Aehnlichkeit hatte. Die Maschenräume zeigten durchgängig an einem größern oder geringern Theile ihrer Begrenzung sehr starke Schatten. Die platten breiten oder schmalen Netzfasern erscheinen matt einfach bis undeutlich fein gestreift. Auch bei einzelnen Präparaten aus der Aorta thoracica sah ich schon hinter den feineren oben erwähnten Fasern eine ähnliche von Poren durchbrochene Membran, eine Bildung, die Henle schon zur folgenden Lage zu rechnen scheint. Auf diese kommt nun zunächst eine hier oft sehr dünne Längenfaserschicht d. h. blasse platte, vorzugsweise longitudinal streichende, netzförmig anastomosirende und oft durch eine dünnere Zwischenmembran verbundene Fasern, deren Maschenräume dunklere Contouren haben und meist kleiner sind, welche durch Essigsäure in der Aorta des Hundes wenigstens deutlicher werden. Von ihrer Ausbildung scheint auch ein mit freiem Auge wahrnehmbares Phänomen abzuhängen. Zieht man von der Aorta des Menschen die sogenannte Innenhaut los, so gelingt es leicht, Longitudinalrisse zu erhalten. Bei dem Hunde dagegen gehören diese zu den selteneren Resultaten, indem sich leicht Querrisse bilden, weil man bald bei der Dünne der Längenfaserschicht, die selbst an manchem, vorzüglich quer abgerissenen Präparate gar nicht bestimmt nachweisbar war, auf die Querfaserschicht stößt. Diese oder die Ringfaserhaut bildet die stärkste Lage größerer Arterien. Untersuchte ich zunächst die feineren Bälkchen, welche sich in querer Richtung abziehen lassen, sobald man die sogenannte Innenhaut der Aorta des Hundes, die ich der Frische wegen bei diesen delicaten Untersuchungen der menschlichen Aorta vorzog, transversal losreißt, so beobachtete ich blasse, quere, Zwischenräume übriglassende und in diesen wiederum durch eine Haut verbundene, oder eine solche an sich habende Fasern, welche immer äußerst dünne Schichten bildend eng bei einander lagen, daher frisch nur in den einfachen Schichten deutlich waren, und durch Essigsäure, selbst bei mehrfacher Ueberlagerung um Vieles klarer wurden. Nach Einwirkung dieses Reagens erschien in vielen im Innern

ein dunkler, gerade longitudinal verlaufender, verhältnißmäßig breiter Streif, der sich je nach Einstellung des Focus bald wie eine Furche, bald wie eine innere Höhlung ausnahm, sich aber auch bei vielen Fasern gar nicht vorfand. Am Rande legten sich viele Fasern um und documentirten sich hierbei in ihrer Plattheit. In den Schichten der eigentlichen Ringfaserhaut erblickt man verschiedenartige Elemente. Einerseits erscheinen membranöse Bruchstücke, welche den verschiedenen Formen der gefensterten Haut entsprechen und anderseits die erwähnten blassen, platten, oft streifigen Fasern, welche entweder eng bei einander liegen, oder eine mattgraue dünne Membran zwischen sich haben, oft in einzelnen Schichten breiter zu werden scheinen, bisweilen auch Oeffnungen zwischen sich darbieten und durch Essigsäure heller, aber klarer werden. Zwischen den reichlichen circulären Fasern laufen auch schiefe und longitudinale dünne Schichten. Vorzüglich nach Behandlung mit Essigsäure oder Weinsäure ähneln einzelne Lamellen schon sehr dem elastischen Gewebe. An größeren Gefäßen kommt zuletzt unzweifelhaft elastisches Gewebe als elastische Haut, die, wenn sie in abziehbarer Menge vorhanden ist, sich nicht mehr definitiv circulär spaltet, zum Vorschein. In der Aorta des Hundes begegnete ich dicht nach außen von der Ringfaserhaut und dem hier wenig in Lagen geschiedenen elastischen Gewebe einer longitudinell abziehbaren Schicht, die aus verhältnißmäßig breiten (0,003''' bis 0,006''') blassen, oft streifigen, an den Enden sich leicht zerfasernden, an den Rändern rauhen oder selbst wellig eingebogenen Fasern bestand. Nach Behandlung mit Essigsäure wurden sie blaß bis unkenntlich und ließen nur einzelne Kernfasern oder Theile derselben erscheinen. Unmittelbar auf sie folgte das Zellgewebe der Tunica adventitia, während sich unmittelbar vor ihnen helle Membranen mit Fasernetzen befanden.

Eine eigenthümliche Erscheinung gewahrt man nicht selten an mittelgroßen Arterien kleinerer Thiere, z. B. an einzelnen der in dem Eierstocksgekröse verlaufenden Schlagadern brunstiger Frösche. Beobachtet man ein solches Stämmchen unverletzt unter Wasser und mit einem dünnen Glasplättchen bedeckt, so stellen sich Faserzüge der Ringfaserhaut so dar, wie es Fig. 90 gezeichnet worden, so daß sie an gewisse ringförmige Pflanzenverholzungen erinnern. Allein während das Präparat länger unter dem Mikroskope liegt, schwinden oft die einzelnen Ringabtheilungen immer mehr, indem sich immer häufiger Cirkelfasern zwischen ihnen darstellen. Solche Gefäßchen enthalten dann, wie man z. B. in dem Gekröse des Frosches sieht, eine sehr starke zellgewebige Tunica adventitia, in welcher Nervenfasern entweder von selbst oder nach Behandlung mit Essigsäure zum Vorschein kommen, und in welcher man nicht selten auf der Fläche netzartige Figuren erkennt. Dann kommen Querstreifen der Ringfaserschichten und hierauf oft verhältnißmäßig sehr deutliche Züge der Längenfaserschicht. Bei stärkerer Contraction des Gefäßchens bewirken abwechselnde Einschnürungen der Ringfaserschicht, daß auf der Fläche durchgehende oder unterbrochene dunkele Querlinien und an den Rändern wellige Ausbuchtungen und Einschnürungen, ungefähr wie bei stark quergestreiften zusammengesetzten Muskelfasern entstehen. Durch ungleiche Contractionen dieser Lagen zeigt sich auch oft das Lumen abwechselnd verengt und bauchigt erweitert, gewissermaßen unregelmäßig varicös. Die hierbei als breite Streifen oder schmalere Fäden sich darstellenden Längenfasern verlaufen gerade oder folgen den Contouren des Lumens und erscheinen wellig, doch meist steif gebogen. Nach Behandlung mit Essigsäure werden bei ausgebildeteren Schlagaderstämmchen die Quer- und Längenfasern deutlicher, indem zugleich oft in ihren beiderseitigen Richtungen verlaufende Kerne erscheinen. An einzelnen Stellen bleibt auch nach außen von

den Ringfaserschichten noch eine Faserlage oder eine von Löchern durchbohrte Membran kenntlich — ein Beweis, daß noch kleinere Arterien, wie z. B. Zweige der Darmschlagader des Frosches die wesentlichen Elementarschichten der größeren Arterien, nur natürlich dünner und schwächer ausgebildet enthalten.

Die Wandungen der Capillargefäße studirt man am besten entweder an durchsichtigen Theilen oder an solchen Organen, deren Weichheit es öfter bedingt, daß isolirte Capillarstämmchen in kürzeren oder längeren Strecken hervortreten, wie z. B. im Gehirne, vielen Drüsen u. dgl. Beobachten wir den Kreislauf in durchsichtigen Theilen z. B. in dem Schwanze der Kaulquappen, so sehen wir vorzüglich an Capillaren, die entweder ganz leer oder nur unvollständig mit Blutkörperchen gefüllt sind, daß ihre seitlich scharf begrenzten Wände ganz hell und durchsichtig erscheinen. Bei kleineren Stämmchen zeichnet sich die Dicke ihrer Wandung als eine einfache Doppellinie auf jeder Seite ab. Bei etwas größeren dagegen sieht man oft feine Streifen, welche nicht selten auch noch an der Oberfläche des Gefäßes kenntlich werden und alle Formgestalten der Begrenzungslinien mehr oder minder nachahmen. An Capillaren, welche collabirt sind und ihr Lumen bedeutend verengert haben oder gar fadenförmig geworden, fallen solche Längenstreifen sogleich in die Augen und setzen sich umbiegend auf die Seitenzweige fort. Allgemein erscheint aber bei kleineren, wie bei größeren Capillarstämmchen nach außen eine Menge länglicher, oft mit Kernkörperchen und körnigem Inhalte versehener Kerne, welche mit ihrem Längendurchmesser der Länge des Gefäßes nach laufen, vorzüglich am Rande auffallen und hier sehr häufig hügelartige Erhebungen hervorrufen. Viele von ihnen sind spindelförmig, einzelne Körper, bauchiger bis rundlich, bei anderen sieht man dicht vor dem rundlichen Kerngebilde ein längliches, als hätte eine Abschnürung stattgefunden. Bei genauer Betrachtung bemerkt man oft, daß sie nicht frei liegen, sondern daß eine wahrscheinlich durchsichtige Haut über sie hinweggeht, durch sie emporgehoben wird, sich vorn und hinten als heller Streif der übrigen Gefäßwand anlegt, so bis zu einem nächsten Kerne reicht oder sich in der Gefäßwand verliert. Durch Betupfen mit kaustischer Kalilösung, wodurch die in Circulation befindlichen Blutkörperchen erweichen und bald darauf wie Seifenblasen schwinden, die Lymphkörperchen sich etwas länger erhalten, das Ganze aber sich bald in eine helle Flüssigkeit umwandelt, vergehen auch diese Kernbildungen. Die Gefäße erscheinen wie helle, noch ganz bestimmt seitlich begrenzte Röhren und zeigen oft im Innern Linien, wie von rundlichen bis polygonalen Zellenbegrenzungen, deren Bedeutung und Lage vorläufig dahin gestellt bleibt. Bei etwas größeren Gefäßstämmchen z. B. in dem Gekröse des Frosches streift sich bisweilen das Umhüllungsgewebe derselben los, so daß man sieht, daß die Nuclei in und an einer Membran liegen, während anderseits enge Zellenumschließungen derselben und Zellenfaserbildungen an einzelnen Stellen beobachtet werden. Außerdem treten aber hier schon mehrfachere Formationen auf. Zunächst fallen vorzüglich nach Behandlung mit Essigsäure schmale und verhältnißmäßig nicht unbedeutend lange, saturirtere, doch auch noch der Beschattung bedürfende, mit dunkleren Randlinien oder einer dunkelern Mittellinie versehene Kerne, die meist longitudinal stehen und an und zwischen welchen stärkere Längenstreifen hinlaufen, in die Augen. Die letzteren erscheinen bisweilen wie Zellenfasern, in welchen jene Kerne enthalten sind. An einzelnen Gefäßchen sieht man scheinbar zwischen ihnen, bei genauer Einstellung des Focus aber nach außen von ihnen abgebrochene Querstriche, welche ihrem ganzen Charakter nach schon an die Ringfaserhaut der kleinen

(noch mikroskopischen) Schlagadern erinnern. An verschiedenen Stellen dagegen liegen dann länglichrunde, oft gurkenförmige, nierenartige, in der Mitte eingeschnürte und dgl. gestaltete Kerne quer bis schief nach außen von jener inneren Längenfaserschicht. Noch mehr nach außen folgen mehr rundliche und meist etwas saturirtere Kernbildungen. Wie es scheint liegen diese letzteren noch immer innerhalb des früher angeführten Umhüllungsgewebes. In ganz frischen Gefäßchen fallen in der Regel die Faserbildungen, vorzüglich die Formationen der queren und der schiefen, bisweilen auch der tieferen longitudinalen Schichten mehr in die Augen und erscheinen als feine, nahe an dem Gefäße hingehende vollständige oder unvollständige Striche. Bei halbentleerten Gefäßen vorzüglich zeigt sich bisweilen, daß noch nach innen von den Längenstrichzügen helle, schon ohne künstliche Vorbereitung sichtliche Kerne innerhalb von Zellen, die langgezogen sind und kürzere oder längere Längenstreifen bilden, liegen. Wie es scheint, sind diese Zellen des Epitheliums des Gefäßchens sehr platte Blätter. Doch sieht man bisweilen auch da besonders, wo ein Seitenästchen abgeht, nicht selten eine kugelige Hervorragung in das Lumen des Gefäßchens hinein, ohne daß ich bestimmt angeben könnte, durch welche der einander so nahe liegenden Elemente diese Erhebung nach innen bedingt wird. Deuten wir nun diese an den Wandungen der Capillaren zu erhaltenden Anschauungen, so können wir annehmen, daß in den feinsten Blutgefäßnetzen innerhalb des verhältnißmäßig sehr stark entwickelten Umhüllungsgewebes eine durchsichtige epitheliale Innenhaut, an welcher zunächst die Längenfaserschicht und bald darauf die Querfaserschicht erscheint, existirt. Nach Behandlung mit Essigsäure geben sich die allmäligen Anlagerungen dieser Schichten durch die verschiedenen Größen und Stellungen der Kerne zu erkennen. Man kann daher, wenn auch nicht mit Gewißheit, doch mit vieler Wahrscheinlichkeit die Vermuthung aussprechen: daß, da die feinsten Blutgefäßnetze zugleich durch Zellgewebe an die Nachbartheile geheftet werden, ihre Wände nicht einfache dünne Röhren bilden, sondern theils actu, theils potentia die wesentlichen Schichten der größeren Gefäßwandungen enthalten.

Das Epithelium der größeren Venenstämme gleicht im Wesentlichen dem der bedeutenderen Schlagadern und kann in ähnlicher Art, wie es oben bei den Arterien beschrieben wurde, auch z. B. an dem Rande der untern Hohlvene wahrgenommen werden. Auf dasselbe folgt eine durchsichtige Innenhaut, an welcher man theils im frischen Zustande, theils nach Behandlung mit Essigsäure zahlreiche, oft dicht bei einander liegende quere, oft abgebrochene Streifen und bald näher zu erwähnende Fasernetze erkennt. Entnehmen wir von der innern Oberfläche der untern Hohlvene eines frisch getödteten Hundes einen feinen Flächenschnitt, so erscheint dicht hinter den erwähnten Querstreifen eine auffallende Längsfaserung, deren Fasern zunächst der Oberfläche matt, platt einfach bis gestreift, meist steif und oft mit spitzigen Bruchenden versehen sind, während man in der Tiefe Fasern beobachtet, die ihrer Gestalt nach von Bündeln von Zellgewebe kaum unterschieden werden können. Nach Behandlung mit Essigsäure werden die platten steifen Fasern äußerst hell und durchsichtig, ohne jedoch, wenigstens überall unkenntlich und, wie die Zellgewebefäden, einer ungeformten Gallerte ähnlich zu werden. An und zwischen ihnen erscheinen dann zahlreiche longitudinal verlaufende, theils hellere, theils gelbere, schmale unlösliche Fasern, welche zwischen ihnen und der Innenhaut ein unregelmäßiges, meist schiefes bis queres Netzwerk darstellen. Zum Theil sind schon diese durch organische Säuren viel deutlicher werdenden Fasern in frischem Zustande kenntlich. In der übrigen Venenwandung sieht man vorzugsweise zweier-

lei Fasern, die zu einem sehr großen Theile longitudinal, zum Theil aber auch in anderen Richtungen verlaufen, nämlich einerseits gewöhnliche sehr starke Bündel zellgewebiger Fäden und anderseits blasse bei durchfallendem Lichte und unter stärkerer, selbst achromatischer Vergrößerung oft gelbgrünlich erscheinende Fasern, welche wieder durch Essigsäure blasser werden, aber kenntlich bleiben und kein unbestimmt gallertiges Aussehen, wie Zellgewebefasern, annehmen. Nach Einwirkung der Essigsäure erscheinen wiederum dem elastischen Gewebe sehr ähnliche Umhüllungsfasern. Die Tunica adventitia hat gewöhnliches Zellgewebe. Während also, abgesehen von der Verschiedenheit der Fasern, welche die Arterienwände für das freie Auge gelblich, die Venenwandungen röthlich erscheinen lassen, bei den Schlagadern die Schichten der Ringfaserhaut die größte Stärke besitzen, wird bei den Blutadern eine Längenfaserung vorherrschend. Die Venenklappen sind keine bloß einfachen Duplicaturen der Innenhaut, sondern nehmen zwischen der Doppelfalte der Membrana interna reichliche Elemente der anstoßenden Fasern der Venenwandungen und zwar so auf, daß die meisten, aber nicht alle Fasern quer bis schief hinübergehen. Von den Atrien aus erstrecken sich oft Muskelfasern über einen Theil der benachbarten großen Venenstämme.

Ueber die erste Entwicklung der Blutgefäße herrschen noch verschiedene Angaben. Nach früheren Untersuchungen bilden sich in dem Gefäßhofe des Hühnchens einzelne Inseln, welche sich verlängern, netzförmig zusammenstoßen und so die Continuität eines Blutgefäßnetzes herstellen. Schwann glaubt, daß einzelne Zellen entstehen, sich nach Art der Pigmentzellen verästeln, mit einander inosculiren und so ein Gefäßnetz bilden oder vergrößern. Dieser Ansicht am nächsten stehen auch die Ergebnisse meiner früheren sowohl als meiner neueren Untersuchungen. Reichert dagegen meint, daß die durch die Contraction des Herzens bedingte Druckkraft die Blutbahnen breche, während C. Vogt sie durch Lückenbildung in dem Parenchyme sich erzeugen läßt. Ich muß offen bekennen, daß es mir unmöglich scheint, sowohl über die Entstehung der Blutgefäße überhaupt, als der Gefäßwandungen, an anderen, als höchst durchsichtigen Theilen genügende Beobachtungen anzustellen und daß daher an dem Gefäßhofe und ähnlichen Partien gemachte Erfahrungen auch bei der größten Sorgfalt leicht irrthümlich ausfallen können. Die zarten capillaren Blutgefäßstämmchen der einzelnen Theile des Kapselpupillarsackes, der Zonula Zinnii und dgl. verhalten sich in jungen Embryonaltheilen schon sehr ähnlich denen des Erwachsenen. So lange sie ausgedehnt sind, zeigen sie um ihr Lumen eine verhältnißmäßig bedeutend mattgraue, äußerlich mit Kernen besetzte Wandung auf ganz ähnliche Weise, wie dieses bei den Capillaren des Erwachsenen geschildert worden (Fig. 93.) Die Kerne liegen meist auch in deutlichen Zellenfasern oder Zellenstreifen, während die übrige Wandung granulirt, längsgefasert ist und das Gefäßchen schon so bedeutend sein Volumen verändern kann, daß es nach Entleerung des Bluts fadenartig und selbst bisweilen schwer wahrnehmbar wird. In den Maschenräumen zwischen den einzelnen Capillarnetzen sieht man oft gesonderte Zellenkerne, welche in Größe, Mattheit und Färbung denen, welche den Capillargefäßwandungen aufliegen, sehr ähnlich sehen. Bei Rindsembryonen von 1″ bis 2″ Länge bemerkt man in den Maschenräumen dieser Capillarnetze ebenfalls noch solche Körper, von denen manche nur gekörnt erscheinen, während andere neben Körnchen mehre runde Kugeln enthalten und noch andere eine zarte dicht umgebende Wandung darbieten. Manche dieser Körper liegen einer Wandungsstelle eines schon fertigen Capillarröhrchens an. Bisweilen geht auch zu diesem eine Zellenfaser hin-

über oder es liegt eine solche gerade oder geschwungen in einem Maschenraume. Bei Ausbreitung der Kapselpupillarhaut eines 3″ langen Schafembryo stieß ich auf eine zweite vielleicht mit einer von Reich und von mir früher beschriebenen Membran identische Haut, die an und für sich durchsichtig Zellenkerne wie Capillarröhrchen angeordnet darbot. Bei gehöriger Beschattung zeigte sich, daß sie äußerst durchsichtigen Blutgefäßen auflagen. Es scheint hieraus zu folgen, daß die erste Bildung der Capillaren entweder durch Verlängerung und Inosculirung von Zellen oder auf einem andern noch nicht erörterten Wege erfolgt und daß, sobald einmal das höchst durchsichtige Rohr hergestellt ist, sich neue bald in Zellenfasern eingeschlossene Kerne äußerlich ablagern und, indem sie in Fasern übergehen, die Dicke der Wandung verstärken, während sich nach außen von ihnen neue Nuclei mit Zellenfasern bilden u. s. f. Hierbei sind die Kerne anfangs rundlich, später länglich und saturirt und endlich blaß. Nach Behandlung mit Essigsäure erkennt man in den Capillaren von Schafsembryonen von 3″ Länge ein Pflasterepithelium. Aus ähnlichen Bildungen gehen auch die Wandungen der größeren Arterien und Venen hervor und acquiriren erst mit Vergrößerung ihres Lumens auch eine bedeutendere Dicke. In dem Schwanzende extremitätenloser Kaulquappen erscheinen die mittelgroßen Blutgefäßstämmchen als ganz helle durchsichtige Schläuche mit äußerlich aufliegenden, in Zellenstreifen enthaltenen Kernen. In den größeren erkennt man nach innen ein Pflasterepithelium und in den Wandungen bisweilen feine longitudinale Streifen. Die Aorta abdominalis dagegen zeigt außer dem innern Pflasterepithelium und Längenstreifen eine äußere starke Cirkelfaserhaut, deren Fasern im frischen Zustande granulirt sind und nur undeutliche Kerncontouren hier und da wahrnehmen lassen, die nach Behandlung mit Essigsäure deutlicher wurden und besonders in einzelnen dunkeler begrenzten Streifen hervortraten, während der Längenfaserschicht entsprechend einzelne schmale Kerne erscheinen. Die Aorta thoracica eines 3″ langen Schafsembryo zeigte ganz nach innen eine höchst dünne, schon der des Erwachsenen sehr ähnliche Epitheliallage. Bei dem Abziehen der Innenhaut trat schon eine Tendenz, sich der Quere nach loszulösen, auf. In den am Rande getrennten Fasern (wahrscheinlich der Longitudinalschicht) zeigten sich saturirtere Kernbildungen an oder in blassen platten Fasern auf eine sehr deutliche und unzweifelhafte Weise, während die gefensterte Haut, schon frisch durch ihre Neigung zur Faltung und ihre Steifheit ausgezeichnet, nach Einwirkung dieses Reagens ihre sehr feinen Fasernetze und neben diesen Kerne deutlich darbot, ohne daß sich jedoch über die Bildungsweise der ersteren etwas Entscheidendes bestimmen ließ. Sehr dünne Lamellen der Cirkelfaserschichten zeigten ein sehr feines und zierliches Fasernetzwerk, zwischen dessen Maschenräumen eine blasse, mehr graulich sich darstellende Membran ausgespannt war und welches bedeutend breitere, längliche oder zweibrodartig gestaltete Kerne an sich hatte. Durch Essigsäure wurden die letzteren, nicht aber die ersteren, welche eher verschwanden, deutlicher. Andere, wahrscheinlich jüngere Lamellen zeigten klarere Kerncontouren mit granulirten Zwischenräumen, während am Rande sich deutlich noch einzelne Zellen und Zellenfasern loslös'ten. Das Ganze erinnerte sehr an das in Ausbildung begriffene elastische Gewebe, wobei Zellen mit Kernen und Zellenfasern verschmelzen, eine dünne granulirte Haut bilden und an dieser später elastische Fasernetze auftreten. In der äußersten mit Zellen und Zellenfasern versehene Aortaschicht verliefen sehr reichliche, mit Blut gefüllte und wahrscheinlich das Nahrungsmaterial darbietende Blutgefäße. Die dem Zellgewebe isomorphen Venenfasern gehen aus deutlichen platten Zellenfasern hervor.

b. Lymphgefäße.

Die Untersuchung ihrer Wandungen kann aus leicht begreiflichen Gründen nur an den größeren Stämmen des Menschen und der Thiere vorgenommen werden. Wie zu vielen Gewebebeobachtungen eignet sich auch hierzu das Pferd auf eine vorzügliche Art. Die Innenhaut verhält sich im Wesentlichen wie bei den Blutgefäßen. Sie zeigt sich oft hell und scheinbar einfach. Allein schon der Umstand, daß man bisweilen dem Chylus und der Lymphe Epithelialzellen beigemischt findet, deutet auf die Existenz eines Pflasterepithelium hin. Bisweilen z. B. in dem Milchbrustgange des Hundes streift sich von der inneren Oberfläche des Gefäßes eine körnige mit vielen zerstreuten Zellenkernen versehene Membran, an welcher noch oft Zellen und Streifen mehr oder minder deutlich sind, los. An dem umgeschlagenen Rande des an der Innenfläche gefalteten Gefäßes sieht man nach Befeuchtung mit Weinsteinsäure saturirte Kerne in einer hellen Membran. Die Bestimmung der Wandungselemente zwischen dieser Innenhaut und der äußern Tunica adventitia erleidet große Schwierigkeiten. Nach älteren und neueren Beobachtungen folgten auf die Innenhaut Längenfasern und auf diese Querfasern. Vorzüglich in den Längenfasern sah ich bei früheren Untersuchungen, besonders bei dem Pferde, auffallende eigenthümliche gelbröthliche cylindrische Faserbündel, den früher von mir sogenannten muskulösen Fasern der Venen ähnlich. Henle und Bruns bemerkten nur Zellgewebefäden. Nach neueren Mittheilungen von Henle findet sich hinter der Innenhaut eine Längsfaserhaut, deren Elemente größtentheils den Zellgewebefasern gleichen, die aber auch sehr stark geschlängelte und gewundene Kernfasern haben. Zum Theil und besonders in der innersten Lage besitzen sie das Ansehen der granulirten Fasern der mittlern Arterienhaut und sind eben so mit Kernen oder dunkelen longitudinalen Streifen versehen, welche bald zu einfachen Kernfasern verschmelzen, aber keine Aeste abgeben und kein Netz unter einander bilden, auch nicht so breit werden, wie die Kernfasern der Längs- und der Ringfaserhaut der Blutgefäße. In den netzförmig anastomosirenden Bündeln finden sich alle Uebergänge zwischen den granulirten Fasern und Zellgewebebündeln. Die Ringfaserhaut besteht aus Zellgewebündeln, die sich leicht in Fäden trennen. Seit meinen früheren Beobachtungen habe ich nur noch den Ductus thoracicus des Hundes in dieser Beziehung untersucht. Schneidet man ein Stück desselben auf, breitet es mit seiner Innenfläche nach oben aus und befeuchtet das Präparat mit Essigsäure, so sieht man unter der Innenhaut ein feines Netzwerk dünner, meist quer bis schief verlaufender, in Essigsäure unlöslicher Fasern, welche an ähnliche Bildungen in den Blutgefäßhäuten erinnern. Bisweilen erblickt man auch im frischen Zustande am Rande Fragmente einer hellen Haut, an welcher solche feine Fasern dicht anliegen und die ich nach längerer Einwirkung von Essigsäure sich einrollen sah. Erst dann folgt die eigentliche Längenfaserschicht. In dieser erscheinen Fasern von dem Charakter der von mir sogenannten Venenfasern, d. h. isolirtere oder noch mehr einfache und verschmolzene Bündel von Fäden, welche denen des gewöhnlichen Zellgewebes isomorph sind, sich aber durch eine gewisse Festigkeit und ein scheinbar mehr röthliches Aussehen bei durchfallendem Lichte auszeichnen. Nach Behandlung mit Essigsäure werden sie hell und unkenntlich und an und zwischen ihnen erscheinen schmale, oft geschlängelte, meist longitudinal verlaufende feine Umhüllungsfasern. Zwischen ihnen sieht man bisweilen eine feine longitudinale, wie zwischen den dicht hinter der Innenhaut befindlichen Umhüllungsfasern eine feine quere, helle Streifung. Bei der Zerfaserung eines frischen Präparates erscheinen außer den sehr zahlreichen longitudinalen, ihre Zusammensetzung aus Fä-

den deutlicher oder undeutlicher darbietenden zellgewebeähnlichen Fasern helle, matte, scheinbar platte Fasern, die sich leicht umbiegen oder selbst an der Spitze einrollen. Wahrscheinlich geht ein Theil derselben longitudinal, ein Theil quer. Denn während sie sich oft bei Längenspaltungen longitudinal abschilfern, sieht man an dem Längenrisse auch quer gelegene hervorstehen. Ob diese Fasern wesentlich zur Contraction der Lymphgefäße beitragen oder nicht, muß dahingestellt bleiben. Ueber die Ringfaserhaut habe ich hier keine weiteren Erfahrungen zu machen Gelegenheit gehabt, als daß mir bei der Kleinheit des Objectes ihre Existenz als gesonderte, selbstständige Lage an vielen Orten problematisch vorkam. Oft traten nach Behandlung mit Essigsäure nach außen von der Längenfaserschicht helle Fasern auf. Die Klappen der Lymphgefäße sind, wie bei den Venen, nicht bloße Verdoppelungen der Innenhaut, sondern enthalten Elemente der Mittelschichten in sich.

Der erste Anfang der Lymphgefäße ist in den meisten Organen unbekannt. In der Leber des Pferdes, wo sich in den an der Oberfläche verlaufenden Lymphgefäßen das Quecksilber ohne Schwierigkeit rückwärts treiben läßt, gelangt man zuletzt auf einen capillarnetzartigen Anfang. Das Beginnen der Chylusgefäße in den Darmzotten hat zu mannigfachen Angaben Veranlassung gegeben. Krause sah bei natürlicher Füllung theils Netzchen, theils blind anfangende Zweige, welche sich zu einem Stämmchen vereinigen. Henle beobachtete in Centrum der Darmzotte einen hohlen, oben kolbig endigenden Streif, den er für den Anfang der Lymphgefäße hält und mit den sogenannten Arteriis helicinis der Blutgefäße vergleicht. Bei jungen Kaninchen, welche nur noch von der Milch der Mutter lebten und die sich überhaupt bei der strotzenden Füllung des Magens mit diesen Flüssigkeiten zu Beobachtungen der Art am besten und sichersten eigenen, biegen vielleicht ein senkrecht aufsteigendes und ein absteigendes in dem Centrum der Darmzotte befindliches Lymphgefäß einfach schlingenförmig in einander um[1]). Stünden diese beiden Lymphgefäße so,

[1]) Bei der Schwierigkeit, hier zu einem ganz sichern Resultate zu gelangen, glaube ich auf diesen Punkt etwas ausführlicher eingehen zu müssen. Säugende junge Kaninchen behalten die Füllung der Lymphgefäße ihres Gekröses Stunden lang nach ihrem am besten durch Strangulation bewirkten Tode bei. Die Untersuchung der Darmzotten erfolgt am geeignetsten an dem aufgeschnittenen und umgeschlagenen Dünndarmstücke selbst. Jedoch muß man sich hier hüten, das Präparat mit Wasser zu befeuchten, weil sich sonst eine endosmotische und exosmotische Strömung einstellt und so der Chylus unkenntlich wird. Großen Nutzen hat oft der Gebrauch von Essigsäure, welche zwar die Substanz der Darmzotte angreift, allein den Chylus zuerst zur Gerinnung bringt und später bei beginnender Auflösung durch seine distanten Oeltropfen kenntlich macht. Im frischen Zustande sieht man in vielen Zotten einen dunkeln centralen Streifen, welcher oft bis nach dem freien Ende der Zotte seine Breite beibehält, bisweilen auch gegen seinen Schluß etwas anschwillt. Dann glaube ich auch hier schon an einzelnen Zotten gesehen zu haben, daß ein aufsteigendes Gefäß an der Spitze schlingenförmig umbiegt und in ein absteigendes, dicht anliegendes übergeht. Bisweilen erkennt man auch die Hauptstämme der Blutgefäße, welche zwischen den centralen Chylusgefäßen und dem peripherischen Theile der Zotte verlaufen. Nach Behandlung mit Essigsäure findet man häufig Zotten, in deren Innerem eine dunkelkörnige mit Oeltröpfchen vermischte Masse an einer Seite emporsteigt, oben umbiegt und dann wieder hinabläuft. Ich würde dieses für einen evidenten, leicht zu verificirenden Beweis des schlingenförmigen Anfanges der Chylusgefäße gehalten haben, wenn nicht zwischen den beiden longitudinalen Stämmen ein zu großer Zwischenraum, nach welchem sie frisch nicht als einfacher dunkeler Centralstreif erscheinen könnten, vorhanden wäre, und sie selbst daher zu weit nach außen lägen. Sowohl nach Befeuchtung mit Weinsäure, als nach dem Auswaschen des Darmstückes in concentrirter Salzlösung erkannte ich übrigens deutlich, daß in dem dunkeln Centralstreifen das Chylusgefäß in einzelnen Zotten geschlängelt verlief.

daß sie bei seitlicher Anschauung der Zotte einander deckten, so ließe sich vielleicht der kolbige Milchstreif, welchen Henle, Wagner und Vogel gesehen haben, erklären. Schon in frischen Darmzotten z. B. den langen des Dünndarmes des Hundes gewahrt man, nach Abstreifung der Epithelialcylinderchen, einen bandartigen centralen Streif, der nach Behandlung mit Ammoniak oder Kali deutlicher hervortritt. Nach Einwirkung des erstern Reagens erscheinen im Centrum einiger Darmzotten ein, anderer dagegen zwei, ja bei anderen vielleicht noch mehr bestimmtwandige Gefäße, welche der Länge nach hinaufgehen. Noch deutlicher werden Anschauungen der Art oft hier, wie bei dem Pferde nach Einwirkung von kaustischem Kali, weil dann die centralen Lymphgefäßstämme körnig werden. Bei dem letztern Thiere hat es oft den Anschein, als existirte in der Spitze der Zotte keine einfache Schlinge, sondern ein Endnetz, dessen übermäßige Füllung einerseits eine kolbige Anschwellung erzeuge, so wie es anderseits auch die von Krause gemachten Beobachtungen gut erläutern würde. Die aus ihren Anfangsschlingen oder aus ihren Anfangsnetzen hervortretenden Lymphgefäße verbinden sich zu größeren Stämmchen, bilden hierbei oft fernere Netze und erzeugen, indem sie sich verknäueln und Blutgefäße zwischen sich aufnehmen, die sogenannten Lymphdrüsen. Während in diesen Gebilden der Uebergang untergeordneter Lymphstämme in untergeordnete Venenzweige noch sehr problematisch ist, so leidet es keinen Zweifel, daß z. B. in dem Gekröse des Pferdes einzelne Uebergänge der Art stattfinden.

Die Wandungen der Lymphräume der Reptilien bestehen vorzugsweise aus zellgewebigen Fasern. Die Muskulatur der Lymphherzen besitzt quergestreifte Muskelfasern.

Eine specielle genügende chemische Analyse der Wandungen der Blutgefäße oder der Lymphgefäße ist bis jetzt noch nicht vorhanden. Scherer erhielt bei der Analyse des sogenannten elastischen Gewebes der Aorta 53,91% Kohlenstoff, 15,60% Wasserstoff, 6,96% Stickstoff und 23,53% Sauerstoff. Diese Werthe entsprechen der Formel $C_{48}H_{76}N_{12}O_{16}$.

Außer ihren physikalischen Eigenschaften besitzen die Wandungen der Blutgefäße sowohl, als der Lymphgefäße Contractionsvermögen. Rücksichtlich beiderlei Arten von Verhältnissen zeichnen sich die Arterien durch elastische Dehnbarkeit, Brüchigkeit und das Vermögen sich, vorzüglich wenn sie durchschnitten worden, der Länge nach zurückzuziehen und noch mehr ihr Lumen zu verengern, aus. Sowohl die Elasticität, als die Brüchigkeit rühren höchst wahrscheinlich nicht bloß von der äußern elastischen Haut her, sondern dürften auch den meisten übrigen Schichten der Schlagaderwandungen zukommen. Dunkeler sind die Factoren der vitalen Bewegungserscheinungen. Da zwischen den Schichten der Cirkelfaserhaut auch schiefe und longitudinale Fasern verlaufen — ein Umstand, der zwar schon im frischen Zustande zum Theil beobachtet, aber nach Behandlung mit Holzessig und Trockenen des Präparates klarer wird — so dürften diese Fasern sowohl, als die der Längenfaserschicht die Longitudinalverkürzung bewirken, während die Cirkelfasern die Diameterverengerung, die nicht selten so bedeutend wird, daß das Lumen kleinerer Arterien fast dünner ist, als die Dicke der Wandungen beträgt, hervorrufen. Wie diese Verkürzungen bewirkt werden, ist noch nicht bekannt, so wie wir überhaupt offen bekennen müssen, daß selbst die anatomischen Detailsverhältnisse der früher sogenannten mittlern Arterienhaut von einer klaren Erkenntniß weit entfernt sind. Die vorherrschende Menge von Fasern, welche den Zellgewebefasern mehr oder minder isomorph sind, bedingen bei dem größern Mangel elastischer oder ihnen verwandter Fasern, daß durchschnittene Blutadern zusammenfallen, mit Blut über-

füllte Venen dagegen sich bedeutend ausdehnen können. Daß aber auch sonst die Venen ein langsam und allmälig eintretendes Contractilitätsvermögen haben, lehren bestimmte physiologische Versuche. Eine sehr bedeutende und oft nach den geringsten Reizen in Thätigkeit erscheinende Zusammenziehungskraft kommt endlich den Capillarwandungen, die in dieser Beziehung an Empfindlichkeit die Arterien sowohl, als die Venen übertreffen, zu. Entleerte Capillaren werden, wie schon oben specieller erwähnt wurde, fadenförmig dünn. Wie leicht Erweiterungen und Verengerungen derselben wechseln können, ist bekannt. Ein leichter Schlag des Schwanzes einer Kaulquappe gegen die unterliegende Glasplatte, ein leiser Druck auf derselben, ein zu starkes Anspannen der Schwimmhaut des Froschfußes hemmt sogleich den Capillarkreislauf in diesen Theilen und desgl. mehr.

Schon der allmälige Uebergang der Arterien in die Capillaren und dieser in die Venen macht es höchst wahrscheinlich, daß die große Gewebeverschiedenheit, welche die Wandungen der Schlagadern und der Blutadern darbieten, auf der allmäligen Ausbildung gewisser differenter Elemente in beiden beruhe, während andere Elemente durch das ganze Gefäßsystem hindurchgehen. Nach den früheren weniger mikrologisch speciellen Kenntnissen war eine befriedigende Lösung dieser Aufgabe leichter, als gegenwärtig. Man konnte sich vorstellen, daß die Membrana intima gewissermaßen als Grundskelett das ganze Gefäßsystem durchziehe und in den Arterien anders überlagert werde, als in den Venen, gleichwie die Natur da, wo sie Hauptherzen oder Nebenherzen schaffen will, Muskelfasern um Elemente der Gefäße herumlagert. Gegenwärtig dürfte folgende Meinung, wenn wir das oben über den Bau der Gefäßwandungen Angeführte berücksichtigen, als das Annehmbarste erscheinen. Das Pflasterepithelium nebst der durchsichtigen und gefensterten Haut, so wie die Rudimente oder stärkeren Ausbildungen der Längen-Cirkelfaserschicht, und Tunica adventitia zeigen sich in Arterien, Venen und Capillaren. Je mehr aber die Gefäße sich vergrößern, um so mehr lagern sich äußerlich Längen- und Querkerne ab und entwickeln sich zu den verschiedenen bei Arterien und Venen vorkommenden Schichten. Bei den Schlagadern würden dann querovale, bei den Blutadern längsovale Kerne vorherrschen und die meisten Capillaren erscheinen daher vielleicht von mehr venöser, als von arterieller Beschaffenheit. Facultativ erhalten wahrscheinlich auch kleinere Gefäße die Fähigkeit, ihre Wandungen höher zu entwickeln, und wenn z. B. nach Unterbindung eines Hauptstammes die Circulation durch Nebenanastomosen hergestellt wird, so dürfte dieses auf keiner bloßen Vergrößerung des Lumen, sondern auch auf einer fernern Ausbildung der Wandungen beruhen. Sehr räthselhaft bleibt aber immer der ungeheuere Wechsel der Beschaffenheit der so äußerst dünnen Schichten, vorzüglich in den Schlagaderwandungen, welcher die klare Einsicht in den Bau dieser Theile noch so sehr hemmt.

9. Nervengewebe.

In dem centralen sowohl, als dem peripherischen Nervensysteme bilden die Nervenprimitivfasern oder Nervenfasern und die Nervenkörper oder Ganglienkugeln oder Belegungskugeln die beiden Hauptelemente, zu welchen dann noch verschiedenartige Fasern, deren nervöse Natur noch zweifelhaft ist, und mannigfache Körnergebilde, so wie jüngere Entwicklungsstadien der beiden nervösen Grundgewebe hinzukommen. Bei dem Menschen und den Wirbelthieren bieten die centralen Primitivfasern und vorzüglich die centralen Nervenkörper mehrfache Eigenthümlichkeiten, welche sie von den entsprechenden peripherischen

Gebilden unterscheiden, dar. Da dieses bei den Wirbellosen weniger der Fall ist, so soll zunächst von dem peripherischen und hierauf von dem centralen Nervensysteme der Wirbelthiere gehandelt und dann einiges die wirbellosen Geschöpfe Betreffende hinzugefügt werden.

a) Peripherisches Nervensystem.

An den peripherischen Primitivfasern müssen wir drei Haupttheile 1) die äußere Scheidenbildung, 2) die Begrenzungshaut und 3) den Nerveninhalt von einander sondern. Da die Nervenfasern bündelweise verlaufen und so kleinere und größere Stränge erzeugen, so findet sich, analog, wie in den Muskelfasern und verschiedenartigen Muskelbündeln, eine zellgewebige Hüllenablagerung, das Neurilem, welche zunächst den Stamm des Nerven und hierauf die untergeordneten Abtheilungen desselben bis zu den Primitivfasern hinab umgiebt, innerhalb welcher die Blutgefäße verlaufen und in welcher noch Fett und Pigment abgelagert sein können. Die dicht an einander liegenden Fäden und Bündel des Zellgewebes streichen, meist dem längeren Durchmesser der Primitivfasern entsprechend und schlängeln sich leicht oder machen wellenförmige Biegungen und rufen so hier, wie z. B. bei den Sehnen, scheinbare dunkele Querlinien, welche das Ansehen haben, als lägen sie dem Nerven auf oder umgäben denselben, hervor. Erzeugen aber so die zellgewebigen Perineuralfasern oder das Neurilem die Hauptmasse der äußern Scheidenbildung, so gehören noch zu dieser eine Reihe feinerer Theile, welche bei einzelnen Gelegenheiten mehr oder minder bestimmt wahrgenommen werden. Hierher sind zu rechnen: a) die glashellen Hüllen. Breitet man ein feineres Nervenästchen oder ein Bündel eines Nerven ohne Zerstörung seiner Scheidenbildung aus, so sieht man an den Rändern eine schmale glashelle Schicht, in welcher man auch schon ohne Anwendung von organischen Säuren längliche, mit ihrem Längendurchmesser der Längenrichtung der Nervenfasern meist entsprechende Kerne unterscheidet. Essigsäure macht die glashelle Haut noch durchsichtiger und läßt die Kerne durch ihre größere Saturation noch mehr hervortreten. Sehr schön kann man diese Scheidenbildung studiren und mit einer ähnlichen Formation der Blutgefäße vergleichen, wenn man einen der feinen, in den Lymphräumen frei liegenden Hautnerven des Rückens des Frosches im Ganzen mikroskopisch untersucht. Dem Hautnerven entlang geht nämlich hier auf jeder Seite ein Blutgefäßstämmchen, während Pigmentramificationen auf ihm und zum Theil auf jedem Nerven häufig zerstreut sind. An den Rändern der Blutgefäßchen erscheint eine helle Hülle mit oft deutlich isolirten und mit einem oder mehren Kernkörperchen versehenen oder mehr langgezogenen und schmalen Kernen, die theils heller, theils granulirter und meist größer sind, oft an dem Seitenrande Hervorragungen bilden und durch Wasser leicht verändert zu werden scheinen. Dann folgen meist Zellgewebfasern und Blutgefäße und die Hülle des Nervenstämmchens ist in nicht weiter gesonderten Zustande nur an einzelnen Stellen kenntlich und erscheint oft außerhalb des zellgewebigen Neurilems. Gelingt es aber mit zwei Nadelspitzen die Blutgefäße von dem Nervenstamme zu sondern, so erhält man eine genauere Ansicht dieser sich oft flächenartig ausbreitenden Scheidenformation. Sie bildet eine helle, halbdurchsichtige, granulirte bis granulirtfaserige Haut, in welcher man einzelne, selten auch paarweise stehende längliche bis rundliche, selten nierenförmige Kerne erkennt. Nach Einwirkungen von Essigsäure sieht man oft statt eines länglichen zwei rundliche

Kerne, die sich bisweilen unter den Augen des Beobachters ferner verändern. Zerfasert man einen Nerven oder untersucht feinere Astverbreitungen desselben, so erhält man oft eine deutliche Anschauung dieser Hüllenform. Bei einiger Uebung sieht man sie auch an den Nervenfasern innerhalb des Gekröses. Ebenfalls sehr empfehlenswerth ist es, dünnere Nervenzweigchen nach Befeuchtung mit einer Lösung von Weinsteinsäure zu untersuchen. Hier erscheinen die mannigfaltigsten Gestalten der Kerne, oft besonders deutlich. Selbst bloße aus zwei Primitivfasern bestehende Bündel, z. B. des N. inguinalis des Frosches können noch diese Scheidenbildung besitzen. Ja, ich habe sogar bei dem Frosche aus dem Hüftgeflechte um eine einzelne Primitivfaser eine solche Umhüllung (Fig. 30) gesehen. b) Vielleicht mit der vorigen Hülle zusammenhängende und nur eine speciellere Entwickelung derselben darstellende lange Fasergebilde. Auch sie werden in dem Mesenterium des Frosches sehr deutlich wahrgenommen. Hat man ein Stück von allen Seiten losgeschnittenes Gekröse ausgebreitet und leise mit einem Glasplättchen bedeckt, so erscheinen bekanntlich die einzelnen Nervenzweigchen stark zickzackförmig geschlängelt. Zu den Seiten erkennt man die unter Nro. 1. genannte Hülle mit ihren Kernen. Auf der Fläche dagegen bemerkt man ziemlich breite, dicht bei einander liegende Faserstreifen, welche im Gegensatze zu den welligen Biegungen des Nerven und der höher oder tiefer liegenden Zellgewebefasern des Gekröses gerade verlaufen (Fig. 29 c.). Man kann sich nicht ohne einige Wahrscheinlichkeit denken, daß diese Fasern nur ein inneres, älteres weiter entwickeltes Stadium der Hülle Nro. 1 oder gar vielleicht mit ihr identisch sind. Jedoch scheint mir das Erstere der Wahrheit entsprechender zu sein, da sich oft Fragmente der durchsichtigen Hülle abstreifen, ohne daß man etwas mehr, als die Kerne sieht. c) Nach Henle erscheinen noch in der Hülle aller secundären Nervenbündel sehr blasse, auch gabelig getheilte und an den Theilungsstellen zu kleinen Knötchen angeschwollene Fasern, die auch an der innern Oberfläche der Sklerotica und auf der Zonula Zinnii vorkommen. Wahrscheinlich sind dieses ähnliche Fasern, wie ich früher in der harten Rückenmarkshaut beobachtet habe. Bei dem Frosche werden die Bündel nach Pappenheim und Henle von umhüllenden Fasern in regelmäßigen Abständen ringförmig bis spiralig umschlossen und zum Theil eingeschnürt, außerdem sieht man bisweilen in ihren Formen den embryonalen Zellenfasern sich annähernde Gebilde (Fig. 35 b).

Die Begrenzungshaut der Nervenfasern ist eine sehr dünne und durchsichtige Membran, welche den Nervenfaserinhalt unmittelbar umgiebt. Schon das Verhalten des letztern läßt auf ihre Existenz schließen. Bei seiner halbflüssigen Beschaffenheit im ganz frischen und unveränderten Zustande könnten die Seitenränder der Primitivfasern nicht so bestimmt erscheinen und in diesem Zustande verharren, wenn nicht eine sehr feine Haut als Einhüllung existirte. An Primitivfasern, welche man unter Wasser untersucht, bemerkt man nicht selten ein unter den Augen des Beobachters vor sich gehendes und mannigfach ihre Formen änderndes bruchsackartiges Hervortreten von einzelnen Partien des Nerveninhaltes (Fig 31), ohne daß die ausgetretene Masse in Fragmente zerfällt, so lange sie in ihrem sehr zarten Bruchsacke eingeschlossen ist. Bisweilen sieht man auch nach dem Auspressen des gesammten Nerveninhaltes oder eines Theiles desselben die sehr zarte Begrenzungshaut, vorzüglich bei Beschattung, mehr oder minder gesondert. Endlich ergiebt sich die Weinsteinsäure als ein zweckmäßiges Reagens der Art, da sie den Nerveninhalt in stärkerm oder geringerm Maße angreift.

Nach ihrer Application bemerkte ich z. B. in dem Antlitznerven des Schafes oft um einzelne, frei hervortretende Primitivfasern eine Membran, wie sie in Fig. 32 dargestellt worden, ohne daß ich jedoch bestimmt behaupten könnte, daß sie wahrhaft die Begrenzungshaut sei. Sehr sichere Anschauungen dagegen erhielt ich häufig bei dem Frosche. Zerfasert man z. B. einen Strang des Hüftgeflechtes dieses Thieres und befeuchtet ihn mit einer Lösung von Weinsteinsäure, so findet man während der Einwirkung der Säure häufig Gestalten, wie sie Fig. 33 gezeichnet worden, d. h. der getheilte Nerveninhalt hinterläßt eine leere Stelle, die dann eingeschnürt erscheint, da sich die Begrenzungshaut fadig zusammenzieht. Bisweilen weicht nur der peripherische und nicht der Achsentheil des Inhalts zurück, so daß dieser von der Begrenzungshaut eingeschlossen wird (Fig. 36). Einzelne Cylinder endlich erscheinen bisweilen ganz leer. Auch durch kaustisches Kali kann man oft ähnliche Anschauungen erhalten. Ja bei ganz frischen Nerven sieht man nicht selten einzelne Stellen des Randes (Fig. 34 a) oder der Mitte leer und durch die bloße Begrenzungshaut charakterisirt. Bei allen diesen Anschauungen, zu deren Erzeugung man auch schon ältere Leichen anwenden kann, erscheint jene Membran fein granulirt und ohne bestimmte deutliche Structur. Bei ganz frischen Nerven und unter sehr starker Vergrößerung bemerkt man bisweilen in ihr einander schief durchkreuzende und wahrscheinlich längs des Rohres in einander kreuzenden Spiralen emporsteigende Faserlinien, die jedoch sonst nicht sichtbar sind.

Da der Nervenfaserinhalt nach dem Tode entweder von selbst oder durch die Einwirkung von Wasser oder anderer Reagentien leicht gerinnt, so muß man zunächst die Untersuchung desselben an ganz frischen, eben getödteten Thieren vornehmen und jede Befeuchtung meiden. Allein auch bei dieser Vorsicht erhält man meist schon einzelne veränderte Nervenfasern, da das bloße Ausbreiten durch die Nadel schon viele derselben verletzt. Der Inhalt ist milchweiß und halbdurchsichtig, füllt das Rohr der Begrenzungshaut gleichförmig aus und zeigt so keine weitere Differenz zwischen einem peripherischen und einem centralen Theile. Beginnt die Gerinnung, so werden die Ränder gekräuselter und gefalteter und jede dieser Formationen erscheint als eine mehr oder minder dunkele Linie, die meist von einer gleichlaufenden hellern begleitet wird. Dieser Gerinnungsproceß scheint darin zu bestehen, daß sich der sonst weichere bis halbflüssige Inhalt, indem er fester wird, leicht membranös faltet und so zunächst an der Oberfläche die genannten dunkelen Linien erzeugt. Geht die Coagulation noch stärker vor sich, so zerfällt endlich der ganze markige Nerveninhalt in eine Menge unregelmäßiger, sich leicht faltender, bröckelnder oder einrollender Stücke, von denen die letzteren bei unaufmerksamer Betrachtung leicht durch ihr Aussehen für Nervenkörper, Zellen u. dgl. gehalten werden können. Offenbar hat aber der peripherische Theil dieses Inhalts eine größere Neigung zu gerinnen, als der centrale, der bisweilen weicher bleibt, ja durch Wassereinsaugung noch weicher werden zu können scheint, bisweilen dagegen umgekehrt eine solidere Consistenz darbietet. So kommt es denn, daß man bei geronnenem Nervenfaserinhalte eine peripherische oder Rinden- und eine Achsensubstanz unterscheiden kann. Die Achsenmasse selbst stellt sich, wo sie sichtbar wird, unter drei verschiedenen Hauptformen dar, 1) als ein sehr blasses, feinstreifiges, schmales bandförmiges Gebilde, welches oft peitschenförmig aus dem Centrum der verletzten Primitivfaser hervorragt und auch theils von selbst, theils durch Druck als ein sehr langes, wie es scheint, etwas steifes Band isolirt heraustreten

und daher auch gesondert neben und zwischen den Primitivfasern vorgefunden werden kann. (Das Primitivband von Remak.) An Nervenfasern, welche diesen Theil darboten, sah ich bisweilen am Ende strahlige Büschel, welche wahrscheinlich der Rindensubstanz des Nerveninhalts angehörten. (Fig. 37) 2) Es erscheint im Innern des Nerveninhalts eine breitere, hellere Achsenmasse, welche auch am Ende eine Strecke weit an dem Bruchrande frei hervortreten kann, nicht so blaß, als das Primitivband ist und entweder gar keine oder von einander mehr entfernte und unregelmäßige Streifen darbietet. (Achsencylinder von Purkinje und Rosenthal) (Fig. 36). Dieses Element zeigt bisweilen noch einzelne Verdünnungen seines Durchmessers oder umgekehrt varicöse Anschwellungen. 3) Statt dieser fortlaufenden Theile unregelmäßige, von einander abstehende längliche Gebilde, welche vielleicht Veränderungen der Form Nro. 2 sind. — An den meisten Primitivfasern jedoch bemerkt man keinen von diesen dreifach verschiedenen Theilen, wahrscheinlich weil sie entweder zu wenig oder zu stark, bis zum Zerfallen geronnen sind. Reagentien, welche geringere Coagulationsgrade erzeugen, wie z. B. verdünnter Weingeist, Chromsäure, oder die anderseits zunächst die Rindensubstanz auflösen oder verändern, z. B. Weinsäure sind auch zur Darstellung dieser Achsengebilde mit Nutzen anzuwenden. Obgleich es so nur möglich wird, dieselben unter künstlichen Verhältnissen der Nervenfasern wahrzunehmen, so dürften sie doch wenigstens darauf hindeuten, daß die Achse des Nerveninhalts auch im naturgemäßen Zustande eine etwas andere Beschaffenheit, als die Marksubstanz hat.

Die halbweiche Consistenz des frischen Nerveninhalts, welche durch Krankheit, Fäulniß oder Wassereinsaugung noch bedeutender werden kann, bedingt schon an und für sich eine Tendenz desselben, sich auszudehnen. Ihr wird durch die Begrenzungshaut und die Scheidenbildungen entgegengestrebt. Sind aber die letzteren größtentheils entfernt und die erstere allein vorhanden oder sind beide verletzt, so wird bei leichtem Drucke um so eher eine bauchige Erweiterung der Primitivfaser, eine sogenannte varicöse Anschwellung eintreten. Da in dem peripherischen Nervensysteme bei der stärkern Consistenz mehr Widerstand vorhanden ist und leichter eine hindernde Gerinnung, vorzüglich der Rindenmasse des Nerveninhalts eintritt, so werden hier und da Varicositäten an den Primitivfasern zum Vorschein kommen, wo bedeutende mechanische Gewalt, stärkere Wassereinsaugung, Erweichung des Nerveninhalts u. dgl. eintreten. Fasern dagegen, welche durch Einwirkung von Wasser, Weingeist u. dgl. früher zur Coagulation gebracht worden, sind zu der immer künstlichen Erzeugung dieser Formen weniger bis gar nicht geeignet.

Die so beschaffenen Primitivfasern verlaufen nun überall isolirt, theilen sich nirgends gabelig, anastomosiren nie unter einander und zeigen in den sensiblen und motorischen Fasern keine Unterschiede ihrer Elementartheile. Nach C. Emmert und Henle sollen nur in den bewegenden Wurzeln im Durchschnitte mehr breitere Primitivfasern, als in den empfindlichen vorkommen. Wegen ihrer Isolirtheit liegen sie in den Nervenzweigen nur neben einander. Die Verästelung eines Nerven entsteht daher bloß dadurch, daß eine gewisse Zahl von Primitivfasern, welche früher in einem Hauptstamme enthalten waren, als selbstständiger Zweig abgeht. Wenn Fasern, die früher in einem Nervenstamme verliefen, zu einem andern hinübertreten, so erzeugt sich hierdurch eine einfache, und, wenn beide Nerven gegenseitig Primitivfasern austauschen, eine wechselseitige Anastomose. Entsteht

durch solche Anastomosen ein nervöses Netzwerk mit leeren oder mit nicht nervösen Elementen gefüllten Maschenräumen, so bildet sich hierdurch ein leeres Nervengeflecht oder ein Nervengeflecht schlechthin. Sind die Maschenräume durch Nervenkörper ausgefüllt, so haben wir dann einen Nervenknoten oder ein gangliöses Geflecht. Während nun die Primitivfasern nach ihrem peripherischen Endpunkte verlaufen, verbinden sie sich schon häufig geflechtartig mit einander und durchkreuzen sich oft nach Gesetzen einer anatomischen oder physiologischen Symmetrie. Zugleich vertheilen sie sich hierbei in immer feinere Zweige und dringen stets tiefer in die Organe, für welche sie bestimmt sind, ein. Hier bilden sie vor ihrer Endigung reichliche, für die einzelnen Theile, gleich den Gestalten der Capillargefäße, in charakteristischen Formen auftretende Geflechte, die sogenannten Endplexus und schließen, indem je zwei Primitivfasern, vereinzelt oder gruppirt, bogenförmig in einander übergehen. Diese Bildungen heißen Endumbiegungsschlingen oder Endschlingen. Da der continuirliche Uebergang je zweier Nervenprimitivfasern an ihrem peripherischen Ende in einander nicht nur keinen Satz unserer heutigen Nervenphysik zu erläutern im Stande ist, sondern sogar den gewöhnlichen wegen der Isolirtheit der Leitung des Nervenprincips herrschenden Vorstellungen entgegen steht, so wird es um so nothwendiger, sich bestimmt von der Thatsache der Endumbiegungsschlingen zu überzeugen. Für die erste Untersuchung eignen sich hier am besten das innere Gehörorgan der Frösche und der Fische und die Zahnsäckchen des Menschen und der Säugethiere, die letzteren nach vorsichtiger Behandlung mit kaustischem Kali. Nach Volkmann sollen auch schon Haufen von Endschlingen, d. h. von Primitivfasern, die sogleich zum centralen Nervensysteme zurückkehren, vorkommen, ehe sie sich in einem peripherischen Organe verbreitet haben. Da nicht jede einzelne Muskelfaser z. B., sondern eine bestimmte Zahl derselben eine Endumbiegungsschlinge in Anspruch nimmt, da überhaupt die Strömung des Nervenprincips mit einer Actio in distans eben so gut verbunden ist, wie die Ernährungsflüssigkeit eine Summe mehr oder minder entfernter Gewebtheile durchtränkt, so hat diese Ansicht natürlich deshalb theoretisch nichts gegen sich, weil wir einerseits nicht wissen, wie weit diese Actio in distans sich ausdehnen kann und weil es denkbar ist, daß auch wohl peripherische Nervenfasern ohne entsprechende peripherische Organe existirten. Allein, wie ich schon an einem andern Orte bemerkt habe, kann ich den angeblichen, von Volkmann gelieferten Beweisen keine Kraft zuerkennen, weil die physiologischen Data gar nichts darthun und bei den anatomischen eine Menge von Nebenzweigchen, die zu berücksichtigen waren, von Volkmann[1]) außer Acht gelassen worden sind.

Dieses eben geschilderte Verhalten der Nerven macht es überall nothwendig, daß jede aus dem centralen Nervensysteme austretende Faser einen größern oder geringern peripherischen Verlauf vor ihrer Endigung besitze. Es ließe sich nun denken, daß es hierbei auch möglich sei, daß die Faser in derselben Höhe, in welcher sie aus dem centralen Nervensysteme tritt, bleibe und nur in der Dimension der Breite fortgehe. Allein dieses scheint nirgends oder wohl nur ausnahmsweise der Fall zu sein. Fast alle, wo nicht alle Fasern laufen schief nach oben oder nach unten, so daß ihr Ursprung in einem andern Höhenniveau, als ihr Ende liegt.

Die Substanz der Ganglien enthält noch eine von den Nervenfasern wesentlich abweichende Art von Gebilden, die man mit dem Namen der peri-

[1]) Siehe Rep. Bd. VI. S. 97.

pherischen Nervenkörper oder der Ganglienkugeln bezeichnet. Sie sind meist platt und enthalten innerhalb einer körnigen bisweilen größere runde Körper führenden Grundmasse einen hellen meist runden aber nicht selten länglich runden Kern mit einem oder mehren soliden Kernkörperchen. Bisweilen findet sich auch neben der ursprünglichen meist entfernt und oft in einem Endtheile des Nervenkörpers eine zweite Kernbildung. In der Regel sind die Nervenkörper mehr oder minder platt, mit scharfen oder auch etwas abfallenden Seitenrändern versehen. Ihre Form und Größe wechselt sehr. Man findet sie kreisrund, länglichrund, eiförmig, nach der einen Seite hin geschwänzt, räucherkerzchenartig, wurstförmig, tetraedrisch u. s. f. Bisweilen verbinden sich auch zwei durch eine verschmälerte Brücke mit einander. Ihre körnige Grundmasse hat eine ziemliche Festigkeit, widersteht auch mehr als die Nervenfasern der Fäulniß, löſ't sich aber doch hierbei, ehe diese gänzlich zu Grunde gehen, in viele Körnchen, die leicht aus einander weichen, auf [1]). Ihre Durchmesser können ungefähr zwischen 0,007''' und 0,040''' schwanken. Unter dem Mikroskope blaß gelblichgrau bis röthlich gelblich erscheinend erzeugen sie für das freie Auge bei ihrer Anhäufung die eigene röthliche Farbe der Ganglien. In diesen nämlich liegen sie haufenweise neben und zwischen den Primitivfasern, welche letztere hierbei ein doppeltes Verhalten meistentheils darbieten. Ein Theil derselben durchdringt in größeren Bündeln die Anhäufung der Ganglienkugeln oder läuft neben derselben vorbei, so daß diese ihr seitlich aufsitzt. Man nennt in dem erstern Falle die Nervenfasern durchsetzende, in dem letztern heißt der Knoten ein aufsitzender. Ein anderer Theil der Nervenfasern aber windet sich isolirt oder zu wenigen verbunden durch die Anhäufung der Nervenkörper, gleichsam mit Mühe sich eine Bahn suchend, hindurch und heißt umspinnende Primitivfasern. Wahrscheinlich verbinden sich überall mit dieser Differenz auch fernere anatomische und physiologische Unterschiede. In dem sympathischen Nerven läßt sich schon jetzt ein solcher nachweisen. Der Stamm des Sympathicus nämlich recrutirt sich mit seinen wahren Nervenprimitivfasern aus den Wurzeln der Hirn- und Rückenmarksnerven. Diese Fasern treten in den Seitenstrang des N. sympathicus ein, durchsetzen eine größere oder geringere Strecke desselben und auf diesem Wege meist mehre Ganglien und treten aus, um ihre peripherische Verbreitung zu finden. Da die wenigsten Primitivfasern, ja vielleicht gar keine, den ganzen Seitenstrang durchlaufen, so bildet dieser nur ideell ein Ganzes und besteht in Wahrheit in einer Menge in einander verwickelter successiver Theile. Diejenigen Fasern nun, welche einen Knoten des sympathischen Nerven durchsetzen, um sich noch nicht peripherisch zu verbreiten, sondern um in dem Verbindungsstrange zu verlaufen, verhalten sich größtentheils, wo nicht gänzlich, als durchsetzende, diejenigen dagegen, welche in peripherischen Zweigen abgehen, vorzugsweise als umspinnende Primitivfasern.

Die Dicke des Knotens, seine Hervorragung und der Grad seiner Wahrnehmbarkeit mit freiem Auge hängen von der Menge der Ganglienkugeln, welche an einer solchen Stelle neben den Nervenfasern vorhanden sind, ab. Bei geringer Anzahl der Nervenkörper entsteht keine Anschwellung und wir können daher auf scheinbar einfache Nerven stoßen, die unter

---

[1]) Auch an frischen, isolirten Nervenkörpern läßt sich etwas Aehnliches mit Beihülfe von kaustischem Kali zur Anschauung bringen. Die Hülle derselben berstet nämlich dann häufig und läßt den flüssiger gewordenen Inhalt durch die Mündung hervortreten.

dem Mikroskope Ganglienkugeln darbieten. Henle, welcher Verhältnisse der Art auch bei dem Frosche beobachtet hat, vermuthet zwar, daß bei den höheren Thieren nichts Aehnliches existire. Allein die Untersuchung des Verbindungsstranges zwischen den Ganglien des Sympathicus des Menschen und fast aller Säugethiere, des N. nasopalatinus Scarpae des Schafes, des R. tympanicus des Menschen u. dgl. dürfte leicht das Irrthümliche dieser Annahme darthun. An den bald zu erwähnenden grauen weichen Fasern finden wir besonders häufig mikroskopische Ganglien, ja Ablagerungen ganz vereinzelter Nervenkörper.

Die meisten Schwierigkeiten bei den Studien der peripherischen Nervenkörper bilden die Verhältnisse ihrer Hülle und ihrer Scheiden. Da die Grundmasse derselben ziemlich fest ist, so müßten sie, aus ihrem bald zu erwähnenden Scheidennetzwerke herausgefallen, ihre Contouren behalten, selbst wenn sie von keiner Begrenzungshaut eingeschlossen würden. Die letztere ist auch bei ganz isolirten (und nicht in ihrer bald zu erwähnenden Specialhülle eingeschlossenen) Nervenkörpern in der Regel nicht deutlich wahrnehmbar und kann durch kein mir bekanntes Reagens auf eine sichere Art isolirt werden. Dagegen kann man sie nach dem ersten Eintritte der Fäulniß nicht selten in der Art wahrnehmen, wie ich sie Fig. 38 aus dem Gasser'schen Knoten gezeichnet habe. Sie umgiebt als eine durchsichtige, dann an den Rändern faltige und bisweilen eingerissene helle Hülle den in ihr eingeschlossenen und deutlich begrenzten Nervenkörper. Besondere Fasern oder andere mit Sicherheit kenntliche Gewebtheile habe ich bis jetzt in ihr nicht wahrnehmen können. Bisweilen nur zeigen sich an ihr Streifen oder kleine rundliche bis spindelförmige Körperchen. Schon im frischen Zustande dagegen wird an den Nervenkörpern ein anderes Hüllengebilde kenntlich. Am besten verfährt man hier, wenn man mit dem Doppelmesser sehr feine Schnitte aus einem größern Knoten, z. B. eben dem Ganglion Gasseri entnimmt. Dann treten schon ohne weitere Vorbereitung oder, wenn dieses nicht stattfindet, während der Einwirkung von Essig- oder Weinsteinsäure eine Menge zerstreuter rundlicher bis länglichrunder Kerngebilde (Fig. 39) hervor, die oft auffallend concentrisch stehen und sich bisweilen über die Oberfläche der Nervenkörper nach dem benachbarten Scheidennetzwerke fortziehen. Vorzüglich bei der Untersuchung ganz frischer Ganglien sieht man bisweilen, besonders an Nervenkörpern, die am Rande frei hervorstehen, daß sie von diesen Hüllenbildungen wie von einer eigenen Kapsel umgeben werden (Fig. 40). In natürlicher Lage ruhen die Ganglienkugeln in den Maschenräumen eines Fasernetzwerkes, welches um den einzelnen Nervenkörper jene eben berührte Scheide bildet, das um stärkere Gruppen derselben oft stärker wird und von welchen die bald zu erwähnenden, daher auch Scheidenfortsätze genannten Elemente der weichen, grauen Nerven ausgehen. An ganzen Ganglien, die vollständig mikroskopisch untersucht werden können, z. B. an den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven kleinerer Haussäugethiere sieht man oft eine glashelle mit rundlichen bis länglichrunden Kernen versehene Schicht, ganz wie sie als äußerste Hülle der Nervenbündel beschrieben worden. Bei Zerfaserung von Knoten gelingt es bisweilen sie als helle mit Kernen versehene, sich leicht faltende Häute isolirt darzustellen. Auch um einzelne Abtheilungen eines größern Ganglion scheinen bisweilen solche Vaginalbildungen herumzugehen.

Die graue und weiche Beschaffenheit der sogenannten weichen Nerven, die sich vorzüglich an vielen mit Ganglien in nächster Verbindung

stehenden Zweigen darbieten, rührt oft von eigenen den gewöhnlichen Nervenfasern oder Cerebrospinalfasern beigemischten Faserelementen her, welche man mit dem Namen der organischen Nervenfasern, der Scheidenfortsätze, der gelatinösen Nervenfasern bezeichnet hat. Untersuchen wir einen grauen weichen Nerven, z. B. den Nasenscheidewandnerven des Schafes unmittelbar nach dem Tode, so sehen wir, daß er zu einem großen Theile aus vielen unverästelten, grauen, matten und blassen, 0,005''' im Mittel breiten Fasern besteht. Diese (Fig. 41, 42, 43) trennen sich ohne vielen Widerstand leicht von einander, weil vielleicht nur eine durchsichtige weiche Substanz sie verbindet, so daß hieraus eine leichte Spaltbarkeit der grauen Nerven resultirt. Im ganz frischen, noch warmen Zustande sind sie oft so blaß, daß man weder ihre inneren noch ihre aufliegenden Theile unterscheiden kann. Für das freie Auge haben sie auch dann häufig das Aussehen einer hellen, grauen Gallerte. Erkaltet und mit Wasser befeuchtet erscheinen sie oft granulirt, zeigen an sich eine Menge von länglichrunden bis rundlichen Kernbildungen (Fig. 41), bieten oft etwas rauhe Ränder dar und spalten sich am Ende faserig. An ihrer Oberfläche können sie noch pigmentirte Körper darbieten. (Fig. 43.) Durch Fäulnißwerden sie leicht angegriffen und verändert. Sind neben ihnen weniger Nervenprimitivfasern vorhanden, so verlaufen diese isolirt oder zu wenigen vereint, zwischen jenen weichen Fasern, welche übrigens die Eigenschaft haben, die Cerebrospinalfasern zu verdecken und unkenntlich zu machen. Deshalb darf man sich bei Beurtheilung dieses Punktes nie mit der Untersuchung unter Wasser allein begnügen, sondern muß die Befeuchtung mit einer Lösung von kaustischem Kali vornehmen, weil dieses die Eigenschaft hat, die weichen grauen Fasern heller zu machen, zum Theil aufzulösen und die wahren Cerebrospinalfasern hervortreten zu lassen. Das Vorkommen dieser grauen Fasern ist sehr variabel und Nerven, welche dieselben bei einem Geschöpfe in Menge enthalten, besitzen sie in einem andern fast gar nicht, wie z. B. die Vergleichung des N. nasopalatinus der Wiederkäuer und des Menschen lehren kann. Ja sogar nach dem Alter finden sich ähnliche Differenzen, wie z. B. die Gekrösnerven des Füllens und des erwachsenen Pferdes zeigen. Eben so scheinen auch temporäre Verschiedenheiten rücksichtlich ihrer Existenz Statt zu finden. Schon Remak und später Lee bemerkten, daß die Verstärkung der Nerven in dem schwangern Uterus vorzüglich durch die Ausbildung grauer Fasern bedingt werde. Bei dem Frosche, wo sonst die grauen Nerven so sparsam sind, daß man sie, jedoch mit Unrecht, gänzlich geleugnet hat, sieht man während der Turgescenz der Ovarien im Frühjahre innerhalb des Eierstocksgekröses neben Bündeln von Nervenfasern Stränge von grauen Fasern, an denen die einzelnen oder wenigen Nervenprimitivfasern erst durch den Gebrauch von kaustischem Kali kenntlich werden. Im Allgemeinen gehen die grauen Fasern immer von Stellen, welche Ganglien enthalten, aus, begleiten die Nervenfasern, mischen sich unter sie, oder hüllen sie auch wohl rund ein, oder setzen sich auch direct an andere Theile, wie faserige Membranen, Gefäßhäute u. dgl. an und führen nicht selten Nervenkörper an sich. Diese letzteren sind oft in so geringer Menge vorhanden, daß die so resultirende Ganglienbildung nur mikroskopisch ist, wie z. B. nach den Erfahrungen von Remak am Herzen. Bisweilen weichen sie auch aus einander, um nur einem einzelnen oder zwei Nervenkörpern Raum zu gestatten. Ihre anatomischen Unterschiede von den gewöhnlichen Nervenfasern, ihr variables Vorkommen, ihr Mangel einer peripherischen Endigung in Orga-

nen (da viele Nerven, die anfangs grau sind, später weiß erscheinen) und ihr oft zellgewebeartiges Anhaften an benachbarten Faserhäuten, wie man z. B. bei dem obern Jugularknoten des jungen Schlundkopfnerven sieht, so wie directe physiologische Versuche machen es unmöglich, sie für Nervenfasern, welche der Ernährung vorstehen oder für solche, welche die unwillkürlichen Bewegungen leiten, anzusehen. Die Meinung, daß es embryonale Gebilde seien, würde, wenn sie selbst unzweifelhaft da stände, noch nichts Physiologisches erläutern. Ueber ihre sonstige Bedeutung sind aber zur Zeit nur subjective Vorstellungen möglich.

b) Centrales Nervensystem.

Die centralen Nervenprimitivfasern sind, wie man an der Eintrittsstelle der Nervenwurzeln beobachten kann, unmittelbare Fortsetzungen der peripherischen und stimmen mit diesen in den wesentlichsten Verhältnissen des Nerveninhalts und der Begrenzungshaut überein, unterscheiden sich aber durch die übrigen Hüllen, haben oft geringere Breitendurchmesser und verschmälern sich wahrscheinlich allmälig bei ihrem fernern Verlaufe. Der Inhalt, welcher auch in einzelnen Fällen ein Primitivband und einen Achsencylinder darbietet, scheint bisweilen etwas flüssiger zu sein und oft durch Wasser nicht sowohl zur Gerinnung gebracht, als noch expansibler gemacht zu werden. Daher hier bei der Zartheit der Begrenzungshaut und dem Mangel anderer stärkerer Hüllen durch Druck, mechanische Zerrung, Wasser u. dgl. Varicositäten entstehen und man hier die varicosen Fasern fast bei jedem Schnitte wahrnimmt. Uebrigens sind gerade in diesen Verhältnissen die verschiedenen Primitivfasern sehr verschieden. An denen der oberflächlichen Marksubstanz des Rückenmarkes des Ochsen z. B. stellen sich meist nicht angeschwollene, in der Marksubstanz des Rückenmarkes kleinerer Thiere meist varicöse Fasern dar. Eben so bilden sich die Varicositäten weniger leicht an ganz frischen, von eben geschlachteten Thieren entnommenen und mit ihrer natürlichen Consistenz noch versehenen Fasern, als einige Stunden oder gar Tage später, wenn das centrale Nervensystem durch die hier so leicht eintretende Fäulnißveränderung weicher geworden. Greift die Zersetzung weiter um sich, so zerfällt der Inhalt je nach seiner Consistenz und nach anderen Verhältnissen in Tropfen, krümelige Massen, Faserfragmente u. dgl. mehr. Schon die Bildung der varicösen Fasern und die anderen auch hier wiederkehrenden Umstände lassen selbst theoretisch auf die Existenz der Begrenzungshaut schließen. Die sinnliche Darstellung dieser letztern ist aber hier weit schwerer, als bei den peripherischen Nervenfasern. Es ist mir hier bis jetzt, so viel ich mich erinnere, noch keine Anschauung aufgestoßen, wie sie aus den peripherischen Nerven Fig. 34 gezeichnet worden, daß nämlich durch eine locale Lücke des Inhalts ein Theil der Begrenzungshaut zum Vorschein kommt. Eben so wenig sah ich irgend bedeutende Erfolge von der Anwendung von Weinsteinsäure und von sauerkleesaurem Kali. Dagegen erhält man oft durch das Befeuchten mit Essigsäure Anschauungen, wie sie Fig. 44 aus dem kleinen Gehirn dargestellt worden. Nach Anwenwendung dieses Reagens findet man häufig das Nervenmark, so weit es noch vorhanden ist, kugelig zusammengezogen. Bei noch fortlaufenden Primitivfasern erscheinen Lücken des Inhalts, welche durch breitere oder dünnere Streifen der hellen, blassen und dann granulirten Begrenzungshaut verbunden werden. Auch noch eine andere, mit dieser nicht zu verwechselnde

Hüllenbildung wird oft durch Essigsäure zur Anschauung gebracht. Es ist dieses eine blasse hautartige Ausbreitung mit aufliegenden Kernen, von der ich vermuthen muß, daß sie abgesonderte Bündelabtheilungen, ähnlich wie in dem peripherischen Nervensysteme, umgebe. Das übrige Hüllensystem der letzteren aber fehlt dem centralen Nervensysteme gänzlich bis fast gänzlich. Ob, wie höchst wahrscheinlich ist, ja sich aus der verschiedenen Consistenz der Markmassen beinahe mit Sicherheit schließen läßt, Differenzen dieser zarten Hüllenbildungen nach den Localitäten eintreten, müssen künftige Erfahrungen genauer erhärten.

Bei der Unmöglichkeit, eine einzelne Primitivfaser von ihrem Eintritte in das centrale Nervensystem bis zu ihrem centralen Ende zu verfolgen, können gegen jede hier zu gebende Darstellung des Verlaufes und der Endigung der Nervenfasern mit mehr Leichtigkeit Einwände gemacht, als neue Thatsachen gegeben werden. So viel ist gewiß, daß auch in dem centralen Nervensysteme keine Verästelung der Fasern vorkommt, daß die Juxtaposition ganz die analoge, wie bei den peripherischen Nerven ist und daß die Maschenräume ihrer Plexus nie ganz leer sind, sondern durch andere Faserbündel oder durch Anhäufung centraler Nervenkörper ausgefüllt werden. Uebergänge der Primitivfasern in die Nervenkörper sind nirgends sicher nachzuweisen und ich muß wenigstens nach meiner Erfahrung Angaben der Art, welche vorzüglich nach Untersuchung von Präparaten, die in Chromsäure aufbewahrt werden, gemacht worden, für das Resultat einer Täuschung halten. Nach meinen Erfahrungen findet man immer nur entweder abgeschnittene oder abgerissene Primitivfasern oder, wie in den Hemisphärentheilen des großen und des kleinen Gehirnes Plexus und Schlingen, die vollkommen an die Endplexus und die Endschlingen der peripherischen Organe erinnern. Wenn die letzteren von Forschern, wie Remak und Henle in Abrede gestellt werden, so liegt dieses nur darin, daß sie wahrscheinlich senkrechte feine Schnitte, welche nur mit Hülfe des unter Wasser geschlossenen Doppelmessers, aber dann leicht in irgend bedeutender Zahl bereitet werden können, nicht oft genug untersucht haben. Denn bei dieser Beobachtungsweise überzeugt man sich gerade an dem menschlichen Gehirne leicht, daß die centralen Primitivfasern gegen die Oberfläche der Windungen der Hemisphären des Gehirnes zuerst Plexus mit schon hier vorkommenden Bogenschlingen bilden und daß einzelne Primitivfasern immer höher bis nahe an die äußere Oberfläche der grauen Substanz verlaufen. Wenn daher jene Plexus und Bogen als Endplexus und Endschlingen betrachtet werden, so ist dieses natürlicherweise nicht absolut beweisbar, sondern nur durch den Mangel des Nachweises einer andern Endigung der Nervenfasern und durch die Analogie mit den peripherischen Nervenenden sehr wahrscheinlich zu machen. Bei der Bestimmtheit, mit welcher sich jene Plexus und Schlingen zum Theil in den Großhirnhemisphären der Vögel und Säugethiere, vorzüglich aber des Menschen nachweisen lassen, dürften natürlich negative Erfahrungen von anderen Forschern von geringerer Bedeutung sein. Wichtiger wäre der Einwand von Remak, daß die Bogen nur durch einen welligen Verlauf der Fasern längs der Oberfläche der Gyri entstünden. Allein einerseits sieht man aus den Endplexus einzelne Fasern heraustreten, nach der Oberfläche streben und Bogen bilden und anderseits ist mir bis jetzt noch noch kein Fall vorgekommen, wo ich bei den mannigfachsten senkrechten Schnitten eine solche Faser längs mehrer Gyri und durch mehre wellige Bogen verfolgen konnte. Dagegen läßt sich aus der Zunahme der

Markmasse im Gehirn allerdings schließen, daß, wenn keine nur dem centralen Nervensysteme eigenen Primitivfasern existiren sollten, allerdings ein schlingenartig und wellig gebogener Verlauf derselben existiren müßte [1]). In dem Rückenmarke sieht man nie eine bestimmte Anzeige einer Endigung von Nervenfasern, sondern alle durch die Rückenmarkswurzeln eintretenden Primitivfasern steigen, so weit die bisherigen anatomischen und physiologischen Erfahrungen lehren, durch das verlängerte Mark zu dem kleinen und dem großen Gehirne empor. Auch die Herznerven, die nach physiologischen Versuchen in dem verlängerten Marke endigen sollten, erstrecken sich wahrscheinlich höher hinauf bis in das große Gehirn.

Die centralen Nervenkörper sind an und für sich mannigfaltiger und zugleich weit schwerer zu untersuchen, als die centralen Nervenprimitivfasern. Bei ihrer Weichheit und ihrem zähen Zusammenhange stellt sich die graue Masse mit wenigen später anzuführenden Ausnahmen sowohl im ganz frischen Zustande, als nach mehr oder minder eingetretener Fäulniß als eine feinkörnige Substanz mit einzelnen größeren rundlichen Körperchen und zellenartige mit Kerngebilden versehene Masse dar. Dieses entsteht dadurch, daß die centralen Nervenkörper sich nicht von einander sondern und daß so ihre körnige Grundmasse Eine Substanz, in welcher ihre Kernbildungen zerstreut liegen, zu bilden scheint. Bei der Anschauung vieler Präparate gelingt es dann, einzelne oder mehre centrale Nervenkörper, welche entweder isolirt (Fig. 48) oder von anderer grauer Substanz umgeben sind (Fig. 45), aufzufinden. Diese Erfahrungen lassen sich an frischen sowohl, als an älteren, schon etwas erweichten Gehirnen machen. Ja für die isolirte Darstellung von Nervenkörpern ist sogar ein etwas älteres centrales Nervensystem, wenigstens des Menschen und der höheren Thiere tauglicher. Mit Nutzen kann man auch das Behandeln mit Essigsäure oder Weinsteinsäure anwenden. Läßt man graue Gehirnmasse einige Tage in verdünntem kaustischen Ammoniak liegen, so wird das Ganze mehr schleimig und zeigt ebenfalls und zwar sehr häufig isolirte Nervenkörper. Um diese jedoch im Zusammenhange zur Anschauung zu erhalten, sind feine aus freier Hand oder vorzüglich mit dem Doppelmesser bereitete Schnitte ganz frischer Gehirne tauglicher. Die vollständig ausgebildeten Nervenkörper, welche die Hauptmasse der grauen Substanzen in Gehirn und Rückenmark ausmachen, gleichen in Gestalt und Farbe sehr den peripherischen Nervenkörpern, denen sie nur an Festigkeit bei weitem nachstehen. Oft sind sie auch viel heller und grauer. Sie erscheinen rund, länglichrund, eiförmig, nach einer Seite hin zugespitzt (Fig. 45) oder einseitig geschwänzt (Fig. 48), oder mit mehrfachen Fortsätzen versehen, zum Theil mehr geradlinigt begrenzt (Fig. 47), schmal und lang u. dgl mehr. In ihrem Innern enthalten sie wieder einen runden bis länglichrunden Kern und meist ein einfaches, selten ein mehrfaches durch seine Consistenz und seine Saturation mehr auffallendes rundliches, bald einfacheres, bald körniges, oder auch mit einem mittlern Eindrucke versehenes Kernkörperchen. Um den Kern erscheint bisweilen ein mehr oder minder vollständiger heller Ring, selten sogar eine eigene umgebende länglichrunde bis spindelförmige Linie. (Fig 45 a.). Wie bei den peripherischen Nervenkörpern, so existiren auch hier in der Grundmasse oft mehr oder minder deutlich kenntliche Kugelgebilde. Bisweilen bemerkt man auch mehr oder minder deutliche Streifen oder Falten. (Fig. 48). Hat man

[1]) S. den Nervenband der neuen Auflage von Sömmering. Leipzig 1840. 8. S. 89. ff.

den Kern isolirt, so bildet er ein mattes, mit scharfem Randcontoure versehenes, rundliches bis länglichrundes, oft wie es scheint, plattes Gebilde, in welchem sich bisweilen um das Kernkörperchen ein solider Lichtring zeigt. Die Existenz einer sehr feinen Begrenzungshaut läßt sich hier ebenfalls schon theoretisch erwarten. Auch sieht man bei völlig scharf isolirten centralen Nervenkörpern eine helle Begrenzungslinie, die bisweilen von dem körnigen Inhalte der Grundmasse etwas entfernt ist und sich sogar spaltig streifen kann (Fig. 48). Ich weiß jedoch kein Mittel, um sie isolirter vor Augen zu führen. Denn weder Säuren noch Alkalien brachten mir genügende Anschauungen zu Stande. Außerdem dürfte vielleicht noch ein zweites sehr zartes Hüllengebilde, welches dann wahrscheinlich dem in Fig. 39 und 40 gezeichneten Theile aus den peripherischen Ganglien entspricht, existiren. Schon im frischen Zustande nämlich sieht man nicht selten auf der Oberfläche centraler Nervenkörper viele Kerne regelmäßig oder unregelmäßig, jedoch meist in geringerer Menge, als bei den peripherischen Nervenkörpern zerstreut. Genauere Begriffe über diese Verhältnisse habe ich mir bis jetzt nicht verschaffen können. Jedenfalls erhellt aber so viel, daß die Scheiden- und Hüllenbildung wie in dem centralen Nervensysteme überhaupt, so bei den centralen Nervenkörpern fast auf Null reducirt ist. Dazu kommt dann noch die größere Weichheit und Zähigkeit, welche die centralen Nervenkörper charakterisirt. Diese liegen nun in der grauen Substanz möglichst dicht neben einander, füllen hierbei entweder die Maschenräume der Primitivfasergeflechte aus oder lassen einzelne oder wenige Primitivfasern gleichsam zwischen sich hindurchwinden und accomodiren sich oft auch wechselseitig in ihren Gestalten. Sind sie in größerer Masse vorhanden oder erscheinen sie in einem Theile allein oder nur mit wenigen mikroskopischen Primitivfasern vermischt abgelagert, so hat die Substanz für das freie Auge eine graue bis grauröthliche Färbung. Durch Füllung der reichlichen das centrale Nervensystem und vorzüglich die graue Substanz durchsetzenden Blutgefäße mit Blut wird natürlich die röthliche Farbe erhöht. Bei einer gewissen Vertheilung reichlicher mikroskopischer Primitivfasergeflechte erzeugt sich für das freie Auge die gelbe Coloration der sogenannten gelben Substanz. Das Blaßgraue der spongiösen Substanz entsteht theils durch geringern Reichthum bis völligen Mangel der Nervenfasern (und Verminderung der Blutgefäße?), theils dadurch, daß hier die Nervenkörper meist einen blassern, weniger saturirt körnigen, obgleich immer noch mit Körnchen versehenen, grauen Inhalt besitzen. Hier finden sich dann oft sehr große Nervenkörper, die zum Theil schon mit freiem Auge kenntlich werden können. Die schwarze Färbung wird durch die Anwesenheit von Pigment bedingt.

Außer den eben geschilderten größeren, gewöhnlichen Nervenkörpern sehen wir noch an einzelnen Stellen unvollendetere oder vielleicht selbst abweichendere Formen auftreten. Vielleicht, daß auch zu den größeren Nervenkörpern mehr oder minder Uebergänge existiren. Bisweilen z. B. an Stellen, wo die graue Substanz nur als Anflug vorhanden ist, begegnet man Nervenkörpern, bei welchen der Kern von einer nur sehr engen Zelle umgeben wird. Solche nahe neben einander liegende Kernbildungen erzeugen wahrscheinlich die bei dem Liegen an der Luft rostfarben werdende Substanz des kleinen Gehirnes. Bisweilen z. B. an der mittlern, vordern durchbrochenen Substanz liegen die eigenthümlichen Nuclei so dicht bei einander, daß man an einzelnen Stellen oft keine umgebenden Zellenbildungen erkennt. Umgekehrt gewahrt man in den Hemisphären des kleinen Ge-

hirnes des Menschen Nuclei, welche von zweifachen oder gar dreifachen Zellen umgeben werden u. dgl. mehr. Ueber die beiden Substanzen des Hirnanhanges s. Sömmerings Nervenlehre 1840 8. S. 254 — 255.

Obwohl die größere Zartheit mit allen ihren geschilderten Folgen fast überall in dem centralen Nervensysteme vorkommt, so zeigen sich doch einzelne hier noch zu erwähnende Ausnahmen. Schon in dem kleinen Gehirn und den grauen Erhabenheiten des verlängerten Markes des Menschen begegnen wir häufig Nervenkörpern, welche an Isolation und zum Theil an Dichtheit den peripherischen Nervenkörpern wenig nachgeben. Von den großen und festen Nervenkörpern in den elektrischen Lappen der Zitterrochen wurde schon in dem Artikel Elektricität gehandelt. Ein sehr eigenthümliches Verhältniß, das leider bis jetzt nur an Weingeisteremplaren untersucht worden ist, bieten der Proteus und der Axolotl, und wahrscheinlich Perennibranchiaten überhaupt, dar. Untersuchen wir nämlich ein Fragment der grauen oder gemischten Substanz des Gehirnes und des Rückenmarkes, so sehen wir, daß die ganze Masse aus solchen rundlichen bis länglichrunden Körpern, wie sie aus den Großhirnhemisphären von Proteus anguinus Fig. 49 gezeichnet worden, besteht. Diese Gebilde liegen dicht gehäuft und haben fast überall eine helle durchsichtige, mit Kernen oder Spindeln versehene Membran an und zwischen sich, ja diese scheint sogar bisweilen fortsatzartig von ihnen abzugeben. An einzelnen Stellen erkennt man auch die veränderten Nervenprimitivfasern. Bei ihrer bedeutenden Menge und ihrem gleich reichlichen Vorkommen an allen Theilen des centralen Nervensystemes können sie nicht für veränderte Blutkörperchen, die bekanntlich bei diesen Thieren sehr groß sind, angesehen, sondern müssen mit größter Wahrscheinlichkeit als Nervenkörpergebilde angesprochen werden. Ihre näheren Verhältnisse dürften sich durch Untersuchung frischer Thiere am besten aufhellen lassen.

Endlich haben wir noch zum Schlusse dieser allgemeinen Betrachtung der Elemente des centralen Nervensystemes der erwachsenen Wirbelthiere noch einige Theile, die unter besonderen Verhältnissen vorzüglich im Rückenmarke existiren, zu erwähnen. Hierher gehören vielleicht die blassen, mit Kernen besetzten, durch Wasser veränderlichen Fasern an der aus den gewöhnlichen Elementen bestehenden gallertigen Substanz des Endtheiles des Rückenmarkes und sicherer die hellen Kugeln in dem Sinus rhomboidalis sacralis der Vögel, so wie die eigenthümlichen Fasern, welche die riemenartige Elasticität und wahrscheinlich auch die bandartige Spaltung der Rückenmarke von Petromyzon und Chimaera u. a. Fischen hervorrufen.

Bei den wirbellosen Thieren treten ebenfalls Nervenprimitivfasern und Nervenköper als die beiden Grundelemente auf. Allein gleichwie ihr centrales Nervensystem aus keiner Gehirn- und Rückenmarksmasse, sondern aus Gruppirungen von Ganglien, welche den peripherischen Knoten der Wirbelthiere analoger erscheinen, und von Nervensträngen hergestellt wird, so zeigen sich bei ihnen nur Nervenkörper und Primitivfasern, welche mehr den analogen Elementen des peripherischen Nervensystemes der höheren Geschöpfe entsprechen. Die Primitivfasern verlaufen eben so isolirt, erscheinen nicht selten in demselben Nerven von sehr verschiedenen Breitendurchmessern, zeigen sich unter Wasser manches Mal an den Rändern wie gezähnelt, schlängeln sich ebenfalls leicht und bestehen auch aus Begrenzungshaut und Inhalt, welcher letztere zwar ebenfalls ölig, doch oft blasser ist, weniger durch Wasser gerinnt und minder bestimmt die innere seitliche Randlinie darbietet (Krebs). Die Ganglienkugeln haben die analogen Bestandtheile,

wie die der Wirbelthiere. Doch scheint die körnige Grundmasse im Allgemeinen flüssiger, als die der meisten peripherischen Nervenkörper der Wirbelthiere zu sein. Denn oft sehen wir sie als eine feinkörnige Substanz schon nach nicht sehr bedeutendem Drucke ausfließen. Der bläschenartige helle Kern schwillt bisweilen in Wasser an und erscheint, wie von Milchglas gefertigt oder gleich einem hellen farblosen Oeltropfen. Solche findet man aber auch bisweilen in der That in der Flüssigkeit, welche einen zerrissenen Knoten umgiebt. Oft lagern sich, wie bei Mollusken, Krystalle in der Nähe der Nervenkörper ab. Absetzung von Pigment an denselben findet sich sehr häufig. Dir Scheidenbildungen scheinen allgemein bedeutend zu sein. Oft sieht man den Inhalt der Nervenfasern wegen der feinfaserigen reichlichen Hülle ohne besondere Isolation an vielen Primitivfasern gar nicht. Die genaueren Hüllenverhältnisse habe ich bis jezt nur bei dem Flußkrebse untersucht. Die Nervenkörper der Ganglien des Schwanztheiles der Bauchkette haben nicht nur ihre eigene Begrenzungshaut, sondern zeigen auch isolirt und besonders mit etwas kaustischem Kali behandelt, häufig eine eigene umgebende Kapsel (Fig. 50), welches Gebilde dem in Fig. 40 gezeichneten Theile der peripherischen Nervenkörper der höheren Thiere zu entsprechen scheint. Auf den Nerven und den Ganglien erkennt man überall sehr große rundliche, bis länglichrunde aufliegende Kerne, wie es Fig. 51 angedeutet worden. An dem Rande einzelner Nerven und Nervenbündel erscheint eine helle Hülle mit einzelnen anliegenden Kernen. Bisweilen streift sich die letztere los und man sieht dann, daß sie aus platten granulirten kernhaltigen Zellen besteht. Bisweilen erkennt man zwischen dieser Hülle und den Nervensträngen ein polyedrisches Gewebe, welches jedoch nur durch gegenseitig einander drückende Oeltropfen bewirkt zu werden schien.

Während so die Ganglien des centralen Nervensystems der Wirbellosen mehr den peripherischen Knoten der Wirbelthiere ihrer Structur nach zu gleichen, sich aber doch durch die größere Flüssigkeit der Grundmasse ihrer Nervenkörper den centralen Belegungskugeln mehr zu nähern scheinen, zeigen sie noch die Eigenthümlichkeit, daß sie kugelige, hemisphärenartigen Commissuren ähnliche Abtheilungen und andere an dem Gehirne höherer Thiere vorkommende Sonderungen darbieten. In dieser Beziehung sind jedoch die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen noch so mangelhaft, daß sich nichts Allgemeines über diese Punkte anführen läßt.

Die Entwicklungsverhältnisse der beiden Grundelemente des Nervengewebes lassen sich leichter und sicherer an dem centralen Nervensysteme, als an dem peripherischen studiren. In dieser Beziehung eignen sich vor Allem die Früchte der Säugethiere, vorzüglich der Wiederkäuer, deren Untersuchung vorangehen muß, da sonst Anschauungen, die man aus den Embryonen des Hühnchens und des Frosches erhält, oft kaum verständlich sein würden. In der halbflüssigen blassen Masse des Gehirnes junger Wiederkäuerembryonen sieht man sehr zarte, oft schon durch die Einwirkung des Wassers sogleich mit einem Rucke berstende, wasserhelle Zellen mit soliden, röthlichen, bisweilen den Blutkörperchen sehr ähnlichen, einfachen, seltener mehrfachen, rundlichen, selten mehr spindelförmigen Zellen, die zuerst durch Zwischenräume des als helle, einfache Intercellularsubstanz erscheinenden Blastemes von einander getrennt werden. In dieser letztern erkennt man dann eine feinkörnige Substanz, die sich um diese Zellen herumlegt (Fig. 51). Wenn ich Remak recht verstehe, so bildet sich zuvor um die ersteren Zellen eine neue dünne Zelle, in welcher jene feinkörnige Masse

als Zelleninhalt abgelagert würde. Obgleich diese Ansicht theoretisch sehr viel Wahrscheinliches hat, so muß ich doch frei bekennen, daß ich bis jetzt bei Vögeln und Fröschen (hinreichend junge, ganz frische Wiederkäuerembryone hatte ich unterdeß zu untersuchen keine Gelegenheit), diese Membran und überhaupt eine bestimmte Begrenzung dieser körnigen Grundmasse zu sehen keine Gelegenheit hatte. Nur bei Froschlarven, deren vordere Extremitäten noch nicht hervorgebrochen waren, zeigten sich in dem halbirten Gehirn bisweilen Anschauungen, wie sie Fig. 52 dargestellt worden, daß man nämlich am Rande des Präparates eine größere körnige Kugel und im Innern der feinkörnigen Masse neben den durchscheinenden Kernen die Contouren größerer Kugeln bisweilen wahrnahm. Oft sieht man, wenn schon die feinkörnige Substanz reichlich abgelagert ist, die durchscheinenden Nuclei, welche bei dem Hühnchen und dem Frosche dichter zu sein scheinen, ziemlich nahe, ja an einzelnen Stellen ganz dicht bei einander liegen. Wo dieses im ganz frischen Zustande entweder unkenntlich oder wenigstens auf keine genügende Weise klar ist, kann man es deutlicher zur Anschauung bringen, sobald man das Präparat eintrocknen läßt. Es dürfte daher anzunehmen sein, daß in dem primären gallertigen bis flüssigern, durchsichtigen Blastem Nervenzellen mit soliden scharfen Nucleis entstehen und daß sich dann vermuthlich um diese eine neue Zelle, welche die künftige Grundmasse des Nervenkörpers als Zelleninhalt enthält, bildet. Die ursprüngliche Nervenzelle tritt hierdurch in die Bedeutung eines Nucleus zurück. Ich habe die Präexistenz der umgebenden Zellmembran trotz meiner bis jetzt noch negativen Erfahrungen deshalb in die theoretische Vorstellung aufgenommen, weil man z. B. gerade an den Hirnhäuten des Frosches bei der Bildung der Pigmentzellen, deren Molecule entschieden als Zelleninhalt erscheinen, die Zellenmembran ebenfalls oft nicht deutlich nachweisen kann. Hiernach wären die Nervenkörper secundäre Umlagerungszellen, deren ursprüngliche Zellen die späteren Nuclei sind, während ihr Nucleus dem spätern Nucleolus entspräche, deren Begrenzungshaut die Bedeutung der Wandung und deren körnige Grundmasse die des Inhaltes der Umlagerungszelle hätte. Dieses stimmt auch mit dem, was oben über die Wirkung des kaustischen Kali auf die peripherischen Nervenkörper der Wirbelthiere und des bloßen Druckes auf die Ganglienkugeln des Bauchstranges des Krebses dargestellt worden. Allein auch eine endogene Zellenbildung scheint den Nervenkörpern nicht versagt zu sein. Man kann vielleicht schon die Kugeln, welche man oft in der Grundmasse der Nervenkörper wahrnimmt, als endogen entstandene Nuclei ansehen. Bei Gehirnen von Froschlarven und des Hühnchens sah ich oft schon in ihren Contouren bestimmtere Nervenkörper, in welchen eine Menge von Nuclei frei oder von Höfen umgeben zu liegen schienen. Wenn in einem Nervenkörper zwei gesonderte Kernbildungen vorkommen, so läßt sich dieses einerseits als ein Act endogener Zellenbildung ansehen oder andererseits vielleicht richtiger dahin deuten, daß bei der secundären Umlagerung zwei Zellen statt einer in einer Begrenzungshaut eingeschlossen wurden, gleichwie ein Chorion mehre Dotter umgeben kann. Eben so ließe sich auch der Fall, wo zwei Kernkörper durch eine brückenartige Commissur verbunden sind, deuten. Wenn dieser Gegenstand noch fernere Untersuchungen nöthig macht, so bedarf nicht minder die weitere Metamorphose der ursprünglichen Zelle mit ihrer Kernbildung in den späteren Nucleus des Nervenkörpers erneuerter Forschungen. Denn offenbar wird seine Wandung nicht nur fester, sondern die Zelle selbst bisweilen größer gerundet, abgeplattet, oder

auch fast solider als früher, erhält Körperchen u. dgl. mehr. — Was die peripherischen Nervenkörper betrifft, so ist es schon theoretisch wahrscheinlich, daß ihre Entwicklung analog der der centralen vor sich gehe. In dem Gasser'schen Knoten sehr junger Schafembryonen bemerkt man auch einerseits Kerne und neben mannigfachen Zwischenstufen und zarthäutigen mit Körncheninhalt versehenen Zellen, anderseits in ihren Formen schon vollendete, nur gleichsam en miniature hergestellte kleine Nervenkörper. Da diese vorzugsweise in ihrer körnigen Grundmasse in der Folge wachsen müssen und nichtsdesto weniger, wie ich schon bei früheren Untersuchungen bemerkte, bestimmte Contouren haben, so dürfte dieses als eine neue Stütze für die Ansicht, daß um die später zum Nucleus werdende primäre Zelle eine vollständige secundäre Zelle sich bildet, in welcher sich immer mehr körniger Zelleninhalt als Grundsubstanz ablagert, angesehen werden. Die letztere ist in den embryonalen peripherischen Nervenkörpern fester, als in den centralen.

Die ersten Entwicklungsmomente der Nervenfasern sind noch sehr dunkel. In dem centralen Nervensysteme erscheinen an Stellen, welche später reine Markmasse enthalten, auch ähnliche, selbst von feiner Körnchenmasse umlagerte helle Zellen, wie sie aus der grauen Substanz geschildert worden. Ob aber die nervösen Primitivfasern aus dieser Grundsubstanz hervorgehen oder vielleicht erst secundär aus eigenthümlichen Zellenformationen entstehen, bleibt dahin gestellt. Anfangs bemerkt man z. B. in der Medulla oblongata 2½″ langer Schafembryonen helle, mit länglichen Kernen versehene Fasern. Später erscheinen blasse streifige oder mit Körnchen bedeckte bis granulirte Fasergebilde (Fig. 53), die mit Essigsäure oder Weinsäure befeuchtet Kerne darbieten (Fig. 54). Kaustisches Kali bringt um diese Zeit noch keinen durch seine Farbe, wie später sich besonders auszeichnenden Nerveninhalt zum Vorschein. Dieser tritt erst später auf, läßt bisweilen noch helle Nuclei erkennen und zeigt sich, wenigstens bei dem Schafe, anfangs gelblicher. Behandelt man embryonale Nerven aus diesem Stadium mit kaustischem Kali, so erhält man auch hier isolirte mit dem normalen Inhalte gefüllte Primitivfasern, wie bei Behandlung der Nervi molles mit demselben Reagens, zur Anschauung. Bei dem Hühnchen schien mir sogar, als lagere sich der Inhalt nicht auf einmal, sondern in successiven getrennten Fragmenten, die vielleicht etwas consistenter als später sind, ab. Die theoretische Vorstellung dürfte sich daher dahin concentriren, daß die Nervenfasern, analog den mit Querstreifen versehenen Muskelfasern, aus logitudinal aufgereihten Zellen, (deren Zwischenwände später schwinden?) entstehen. Es bilden sich dann granulirte noch Kerne enthaltende Röhren, welche streifig werden oder an denen sich feine Fasern absetzen und in welchen sich der Inhalt wahrscheinlich in successiven Partikeln ablagert und allmälig seine spätere Beschaffenheit annimmt, während die Kerne gänzlich verschwinden. Die oben angeführte durch die Wirkung des kaustischen Kali zu machende Erfahrung beweis't, daß auch die Nervenprimitivfasern sich nach dem Gesetze der isolirten Entstehung bilden. Die Erzeugung der Scheidenformation geht immer auf secundärem Wege vor sich. In den in der Netzhaut verlaufenden Nervenfasern des Hühnerembryo vom 15ten bis 17ten Tage sind die Zellgewebefasern der äußern Hülle schon deutlich, ja zum Theil bestimmter, als im Erwachsenen zu erkennen.

Es ist noch nicht sicher festgestellt, obgleich sehr wahrscheinlich, daß die auch in dem Erwachsenen stattfindende regenerative Bildung von peripherischen Primitivfasern und peripherischen Nervenkörpern nach ähnlichen

Entwicklungsgesetzen, wie im Embryo vor sich gehe. Die Nervenfasern in dem wiedererzeugten Eidechsenschwanze, so wie in regenerirten Stellen des Menschen und der Thiere verhalten sich ganz normal. Ist ein Stück aus einem peripherischen Nerven ausgeschnitten worden, so geht (bei Kaninchen) der Wiedererzeugungsproceß auf folgendem Wege vor sich. Es entsteht eine aus Körnchen und oft etwas mehr gelblichen Exsudatkörperchen bestehende Ausschwitzung, welche die beiden Nervenenden mit einander verbindet. In dieser schießen nun die Primitivfasern so an, daß sie von dem obern und dem untern Durchschnittsende der Nervenfasern als Verlängerungen direct ausgehen. Wenigstens sieht man sie hier im Anfange bestimmter, während sie nach der Mitte hin, wo sie zusammenstoßen, immer zarter werden und hellern Inhalt führen. Haben sie ihre vollständige Ausbildung erlangt, so läßt sich an ihnen selbst das Neue von dem Alten nicht mit Bestimmtheit unterscheiden. Nur in der Umgebung des erstern wuchern zellgewebige Massen so, daß sie einen Knoten in größerm oder geringerm Grade erzeugen. Allein auch dieser kann wahrscheinlich mit der Zeit zur Resorption gebracht werden. Bei einem Hunde wenigstens, dem ich vor 3½ Jahren beide Zungenschlundkopfnerven durchschnitten hatte, fand ich an der Operationsstelle keine Anschwellung, sondern eher eine Einschnürung, von der zellgewebige Narbenfasern zu benachbarten Theilen gingen. Dieser Umstand, daß die Bildung der neuen Primitivfasertheile von den beiden Durchschnittsenden der älteren aus anfängt, bedingt die der Anwendung auf die operative Chirurgie fähige Vorschrift, daß wir die durchschnittenen Nervenstümpfe, vorzüglich der Schmerzlosigkeit wegen den mehr peripherischen, drehen müssen, um die Regeneration zu verhüten. Erfolgt diese nicht, so bilden sich entweder an einem oder an beiden Enden Knollen, oder der Nerve läuft allmälig dünner und platter werdend, feinfadig aus. In größerm Maße noch sehen wir oft diese Knollen an den durchschnittenen Nervenenden von Amputationsstümpfen. Sie bestehen nur aus zellgewebigen Fasern, während in ihnen ganz normale Nervenfasern in großer Menge oft enthalten sind. Erfolgt keine Wiedererzeugung eines peripherischen Nerven, so tritt zugleich eine Rückbildung vieler Fasern, vorzüglich des mehr peripherischen Nerventheiles ein. Der Inhalt verliert zuerst seine Continuität und vergeht später gänzlich. Die Faser erscheint blaß, granulirt, platt und zusammengefallen und schwindet auch gänzlich. Aehnliche Metamorphosen treten seltener und immer in geringerm Grade bei Fasern des obern Nerventheiles und der Nerven der Amputationsstümpfe ein. Auch die peripherischen Nervenkörper sind (bei dem Kaninchen) der Wiedererzeugung fähig. Dagegen scheint in dem centralen Nervensysteme, wie vorzüglich Fälle von geheilter Hirnerweichung darthun dürften, keine Regeneration vorzukommen.

Eine genügende chemische Untersuchung der beiderlei Hauptarten von Substanzen des Nervensystemes fehlt noch durchaus, weil die Chemiker bis jetzt bei ihren Experimenten die anatomischen Verhältnisse gar nicht berücksichtigt, und nur die aus verschiedenen Massen bestehenden Gehirne im Ganzen analysirt haben. Daß hierbei keine für die Physiologie brauchbaren Resultate herauskommen können, versteht sich von selbst. Eben so höchst problematisch bleibt die Angabe, daß die Hirnmasse stickstoffhaltige Fette besitzen soll, da dieses Ergebniß einerseits von der oben berührten Mischung verschiedener Substanzen, anderseits davon herrühren kann, daß vielleicht in dem öligen Nerveninhalte ein Fett mit einem stickstoffhaltigen Körper verbunden ist.

Nach den bis jetzt bekannten physiologischen Erfahrungen bilden höchst wahrscheinlicher Weise die Nervenfasern die Leiter, die Nervenkörper die Erreger des Nervenprincips, welches sich in seiner centrifugalen Richtung in den peripherischen Organtheilen, in seiner centripetalen Direction in den centralen Nervenkörpern individualisirt. Wenn die Leitung dieses Agens in den peripherischen Nervenfasern durchaus isolirt vor sich geht, während in dem Centrum eine Mittheilung von einer Faser zur andern Statt zu finden vermag, so kann dieses in zwei combinirten Verhältnissen seinen Grund haben. 1. Die stärkere Scheidenbildung der peripherischen Primitivfasern wirkt isolirend; und 2. die in dem Centrum den Nervenfasern mehr beigelegten Nervenkörper bedingen das Ueberspringen, welches noch bei einem Minimum von grauer Substanz möglich ist. Spricht man von einer Isolationskraft der Hüllen der peripherischen Primitivfasern, so müßte vorzugsweise das zellgewebige Neurilem gemeint sein, oder es müßte die zartere Beschaffenheit der anderen Hüllen bei den centralen Fasern verbunden mit der etwas geringern Consistenz des Inhalts die Differenz bedingen. Wahrscheinlicher Weise wirken beide Verhältnisse zugleich, während die Nervenkörper noch die Function haben, das Ueberspringen zu reguliren und nach bestimmten Principien zu leiten. Wie sich in dieser Beziehung die peripherischen Nervenkörper verhalten, ist noch nicht sicher festgestellt. Denn obgleich sehr viele theoretische Gründe dafür sprechen, daß auch durch sie ein Ueberspringen der Leitung stattfinden könne, so haben wir wenigstens meiner Ueberzeugung nach bis jetzt noch keinen, die Mittheilung definitiv beweisenden Versuch. Die übrigen feineren Details des Nervenbaues, so wie die Bedeutung und der Nutzen der Endschlingen, der verschiedenen Gestalten der Nervenkörper sind uns ihrer physiologischen Bedeutung nach noch durchaus räthselhaft.

Anhang.

Nervöse Apparate der Sinnesorgane.

Bei dem Tastorgane verbreiten sich die Nervenfasern der sensiblen Nerven der Haut in den Tastwärzchen mit ihren Endplexus und ihren Endschlingen, die E. Burdach bei dem Frosche nach Behandlung mit Essigsäure und Gerber mittelst seiner Methode, die Haut zu kochen und dann durch Terpentinöl durchsichtig zu machen, beobachtet hat. Wie wir weiter unten sehen werden, kann man sie auch hier, wie an inneren Häuten an feinen Doppelschnitten, durch kaustisches Kali sichtbar machen. Auch in der Zunge finden sich Endplexus mit Endschlingen oft mehrfach bei einander gelagerter Primitivfasern. An beiden Stellen sind bis jetzt noch keine ferneren Gebilde, als die Nervenfasern mit Sicherheit beobachtet worden. An den Plexus des Riechkolben sahen früher zum Theil Ehrenberg, so wie Purkinje und ich große Kugeln, deren Bedeutung noch dahin gestellt sein muß. Neben den Geflechten und den sehr deutlichen Endschlingen in dem innern Gehörorgane des Frosches, der Vögel und der Säugethiere, nicht aber in denselben beobachtet man gekernte Kugeln, welche vielleicht schon ächte Nervenkörper sind. Wie wir aber bei dem Auge allein eine selbstständige sensuelle Nervenmembran haben, so finden wir auch in dieser, der Netzhaut, eine Complication, wie sie bei keinem andern Sinnesorgane vorkommt. Trotz des mannigfachen Widerspruches, den ich erfahren habe, kann ich selbst nach Untersuchungen, die ich behuf dieses Artikels wieder vorgenommen, nicht da=

von abgehen, in der Retina des Menschen und der höheren Thiere die schon früher statuirten vier verschiedenen, mehr oder minder schichtweise gelagerten Grundelemente anzunehmen. 1. Die Jacob'sche Membran oder die Stäbchen- oder die Wärzchenschicht bildet die äußerste der Choroidea zunächst zu findende Lage, und besteht aus Stäbchen, welche von der übrigen Netzhaut gegen die Choroidea hin gestellt sind und nach der Entdeckung von Hannover in zwei verschiedene Gebilde, die Stäbe und die Zwillingszapfen zerfallen. Diese Elemente sind im Allgemeinen bei den Fischen und den Reptilien größer und härter oder vielmehr straffer, als bei den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen, legen sich aber bei allen bis jetzt untersuchten Wirbelthieren leicht um, kommen so in Unordnung, oder lösen sich gar ab und werden durch Wasser sehr bald und in Verhältniß zur Einwirkung des Wassers durch Essigsäure und Weinsteinsäure weniger verändert. Selbst die eigenen Flüssigkeiten des ganz frischen Auges, so wie der geringste Grad der Fäulniß kann zerstörend einwirken, daher es hier, (wie bei den übrigen Elementen der Netzhaut) vorzüglich bei warmblütigen Geschöpfen durchaus nothwendig ist, daß man zu den Grundbeobachtungen Präparate eben getödteter Thiere auswählt. Die Stäbchen sind bei Fischen cylindrisch bis sechsseitig, haben ein inneres quer abgeschnittenes Ende und zeigen nach außen eine abgerundete Spitze oder bieten an dem Ende auch einen feinen Faden dar. Bei den Fröschen und Tritonen haben die steifen Stäbe ähnliche Gestalten, zeigen bisweilen bei den ersteren feine geradlinigte und einander mehr oder minder parallele Längenstreifen und theils ganz frisch, theils etwas später hellere oder dunkelere, ganz oder zum Theil durchgehende Querlinien. An diesen brechen sie auch oft vom Rande aus ein, so daß man von der Seite eine dreieckige, mit ihrer Basis gegen den Seitenrand, mit ihrer Spitze nach innen gekehrte Lücke sieht. Endlich brechen sie ganz durch und zeigen entweder quere gerade Bruchflächen oder niedere obere längere Quadern. Einzelne erscheinen auch an den Seiten stellenweise wie angefressen. Alle diese Veränderungen sind natürlicher Weise nur secundär. Durch Wasser brechen sie leicht aus einander, schwellen an, krümmen sich u. dgl. mehr. Auch die zarteren und weicheren Stäbchen der Vögel zeigen noch solche Querlinien, brechen aber weniger, als sie sich durch Wasser verändern. Die delicateren und kleineren schwellen unter diesen Verhältnissen leicht an einem Ende knopfförmig an, so daß endlich das Knöpfchen wie ein Ring mit hellerm runden Centraltheile und dunkelerm Rande erscheint, werden rosenkranzförmig, biegen sich, rollen sich ein u. dgl. mehr. Die Zwillingszapfen, welche dem Menschen und den vier Wirbelthierklassen, so weit sie bis jetzt untersucht sind, zukommen, richten sich im Allgemeinen nach der Ausbildung der Stäbchen und sind daher bei Fischen vor allen sehr deutlich. Sie sind bald breitere (Fische), bald etwas kleinere (Säugethiere) Doppelkörper, welche leicht einsinken, im Centrum stehen und von concentrischen Reihen von Stäben wie die Achse eines Kronleuchters von den Lichtern umgeben werden. Da diese Zwillingszapfen mit ihren Stäbchen regulär neben einander gestellt sind, so entsteht, wenn sie sich aus ihrer naturgemäßen pallisadenartigen Position begeben, oder umfallen, ein sehr reguläres streifiges Aussehen. Bald zeigen sich dann die Striche gleich den Haaren eines regulär gekämmten Pelzes, bald erscheinen wirbelartige Figuren, bald nach entgegengesetzten Seiten gerichtete Pallisadenlinien u. dgl. mehr. Oft haften an den gegen die Choroidea hin gerichteten freieren Endtheilen der Stäbchen Oeltröpfchen, die man bei Albinokaninchen und Vögeln

am leichtesten sieht, die bisweilen gefärbt sind, und dann, wie bei vielen Vögeln, an den Zwillingszapfen und den einfachen Stäben verschieden erscheinen. 2. Die Primitivfaserausbreitung des Sehnerven. Sobald die Fasern des N. opticus, der sich oft schon vor oder bei seinem Eintritte in den Augapfel mehr oder minder deutlich dichotomisch sondert, in die Netzhaut einstrahlen, begeben sie sich nach Gesetzen einer oft deutlich regulären Vertheilung nach vorn, bilden hierbei Plexus, die bei dem Kaninchen z. B. (Fig. 56) am meisten auffallend, jedoch auch entschieden bei dem Menschen vorhanden sind und werden immer zarter, je weiter sie nach vorn gelangen. Diesen in der Retina verlaufenden Nervenprimitivfasern fehlt ihre zellgewebige Scheide nicht nur nicht, sondern sie ist verhältnißmäßig so bedeutend, daß in der Regel der Inhalt der Nervenfasern durch sie bedeckt wird. Nur durch die Weichheit und das hellgraue Ansehen der longitudinal verlaufenden Zellgewebefäden wurde es wahrscheinlich bedingt, daß einzelne Forscher diese Scheidenbildung leugneten oder behaupteten, daß die in der Netzhaut verlaufenden Primitivfasern fast eben so zarte Hüllen als die centralen Primitivfasern hätten. In der menschlichen Retina zeigen sich oft diese Nervenfaserhüllen so vorherrschend, daß man nur plexusartige Zellgewebebündel vor Augen zu haben glaubt. Bei dem Hühnerembryo vom 14ten bis 17ten Tage der Bebrütung erscheinen an den breiten bandartigen Nervenfasergebilden die longitudinalen zellgewebigen Hüllenfäden schon auf eine ausnehmend deutliche Weise. 3. Die Nervenkörper oder Ganglienkugeln der Netzhaut bilden den sensibelsten Theil derselben und sind daher mannigfachen Mißverständnissen ausgesetzt gewesen. Sie liegen an der Primitivfaserschicht in dem Raume zwischen der innern Körnchenschicht und der Jacob'schen Membran und scheinen in Lage und Ausbreitung bei verschiedenen Thieren zu wechseln. Um sie im Zusammenhange zu sehen, muß man Fragmente der Netzhaut eines noch warmen, eben getödteten Thieres ohne Befeuchtung und ohne Anwendung selbst des leisesten Druckes unter stärkeren Vergrößerungen untersuchen. Selbst dann aber ist es nöthig, daß man die Beobachtung bei einzelnen Thieren beschleunige. Bei der Henne z. B. ereignet es sich oft, daß man selbst bei Anwendung der erwähnten Vorsichtsmaßregeln schon in der ersten Zeit der mikroskopischen Beobachtung die Nervenkörper wie Seifenblasen platzen sieht und daß dann ihre umschließende Membran unkenntlich wird, während ihr feinkörniger Inhalt und ihre Kerne zurückbleiben. Ich wüßte kein Geschöpf, in dessen Netzhaut sie sich vollständig in ihrem Zusammenhange und ihrer Ausbreitung erhielten, sobald der geringste Grad von Fäulniß eintritt oder eine Quantität Wasser beigefügt wird. Selbst die eigenen Flüssigkeiten des Auges wirken zerstörend, und daher sind nur mehre Stunden alte Netzhäute für Untersuchungen der Art minder tauglich. Dagegen kann man die Lage der Nervenkörper ungefähr aus der Stellung der Kerne nicht selten erschließen. Bei einzelnen Thiere bleiben einzelne Nervenkörper und widerstehen selbst der Einwirkung des Wassers kürzere oder längere Zeit. Daher man durch Abspülen der Netzhaut mit der Spritzflasche bisweilen noch einzelne isolirte Nervenkörper zu Gesicht erhält. In dieser Beziehung kann ich zur ersten Untersuchung die frische Netzhaut des Pferdes empfehlen. Die Nervenkörper sind meist rundlich und haben eine Umschließungshaut, einen feinkörnigen Inhalt, und einen meist rundlichen Kern mit Kernkörperchen. Sind ihre Wandungen geplatzt, so bildet der in einer hellen durchsichtigen, wie es scheint, etwas gelatinösen Flüssigkeit suspendirte, feinkörnige, frühere Zelleninhalt eine

blaßgraue feingranulirte Masse, in welcher die einzelnen Nuclei liegen. Diese Lage erinnert dann durch ihr Aussehen an graue Gehirnsubstanz, vorzüglich desjenigen embryonalen Stadium, bei welchem die Kerne überall von feinkörniger Grundmasse umgeben und zum Theil verdeckt werden. Gerade dann darf man sich aber durch ein anderes Aussehen nicht täuschen lassen. An dem Rande von Netzhautfragmenten treten nämlich, wenn sie mit Wasser befeuchtet werden oder die Augenflüssigkeiten selbst auf sie einwirken, helle milchglasähnliche bis matt weißgraue Kugeln hervor (Fig. 55 *c*, Fig. 66 *c d e*), oder rollen in der umgebenden Flüssigkeit herum. Manche von ihnen sehen Oeltropfen auf das Täuschendste ähnlich. Andere enthalten einen oder zwei kleinere rundliche Körperchen. Noch andere zeigen vollständige Kernbildungen. Henle, welcher diese Theile ebenfalls beobachtet hat, erklärt sie für Oeltropfen des aus den Primitivfasern hervortretenden Nerveninhaltes. Allein dann müßte dieser in den Nervenfasern der Netzhaut durchaus eigenthümlich sein, da die Oeltropfen des gewöhnlichen Nerveninhaltes ein ganz anderes Aussehen, dunkele Ränder u. dgl. darbieten. Obgleich man in den Nervenfasern des innern Gehörorganes den gewöhnlichen Inhalt leicht erkennt, so sieht man an ganz frischen Präparaten, noch ehe dieser irgend bedeutend verändert ist, ganz ähnliche Kugeln. Dazu kommt noch, daß auf diese Art die eigenthümlichen Körperchen und die Kernbildungen unerklärlich sein würden. Schon die freilich etwas entfernte Aehnlichkeit mit den aus den Flimmermembranen hervortretenden milchglasähnlichen Kernen (s. d. Art. Flimmerbewegung) dürfte hier auf die, meiner Ueberzeugung nach, richtigere Spur leiten, daß jene Gebilde durch Wasser veränderte Nuclei sind. Dieses wird noch dadurch bekräftigt, daß, wenn man Gehirnsubstanz des Embryo in dem oben erwähnten Entwicklungsstadium mit Wasser befeuchtet, oft ganz ähnliche Kugeln in sämmtlichen geschilderten Modificationen deutlich werden. Abgesehen von dem noch bestreitbaren Grunde, daß die genannten Ganglienkugeln, da sie in einer nervösen Membran vorkommen, Nervenkörper sein müssen, glaube ich, daß vorzugsweise das vergleichende Studium dieser Theile und der embryonalen Bildung der grauen Gehirnmasse diese Deutung unterstützte. Mit Epithelialzellen, welchen sie Henle parallel stellt, haben sie keine mir einleuchtende Aehnlichkeit, (es sei denn, daß man sich speciell auf die Körper, wie sie im Gehörorgane vorkommen, beziehen wollte). 4. Die innere Körnchenschicht, welche die meisten Anfechtungen erlitten hat und noch in neuester Zeit entweder gänzlich in Abrede gestellt (Pappenheim) oder für eine Lage jüngerer Nervenkörper erklärt worden ist (Henle), erscheint mir auch meinen in neuester Zeit abermals wiederholten Untersuchungen nach als eine eigene an der innern Oberfläche der Netzhaut befindliche Lage. Sie bietet mancherlei wesentliche Verschiedenheiten selbst bei verwandteren Geschöpfen dar. Breiten wir ein Stückchen menschlicher Retina so aus, daß ihre innere Oberfläche nach oben liegt und stellen auf diese den Focus des Mikroskopes ein, so gewahren wir eine Menge distant von einander liegender Körperchen, welche auf den ersten Blick Blutkörperchen sehr ähnlich sehen und durch eine helle Masse von einander getrennt werden. Ich bin auch individuell überzeugt, daß diese Aehnlichkeit mit Blutkörperchen dazu beigetragen hat, daß diese Schicht bei dem Menschen geleugnet worden, indem man wahrscheinlich die Capillarausbreitung der Centralgefäße der Netzhaut vor sich zu haben glaubte. Schon früher bemerkte ich, daß diese isolirten Körperchen wahrscheinlich immer in hellen Zellen eingeschlossen seien, und daß ich dieses bei

dem Kinde bestimmt gesehen habe. In neuester Zeit erhielt ich durch Behandlung von Retinafragmenten eines 18jährigen Jünglings mit Essigsäure eine Anschauung, wie sie Fig. 68 gezeichnet worden, d. h. ich sah helle Zellen, in welchen sich die dann nach Einwirkung dieses Reagens bisweilen mehrfach erscheinenden, sich spaltenden Kerne befanden. Bei dem Kaninchen dagegen erscheint die innere Körnchenschicht, so wie sie in Fig. 55 *a* gezeichnet worden. Bei Fröschen, Tritonen und anderen Thieren ist sie so zart, daß man sie erst bei Uebung im Auffinden dieser Theile bestimmt erkennt. Vorzüglich die bald zu erwähnenden Verhältnisse der Entwicklung der Netzhaut, so wie einige den Erwachsenen betreffende Punkte halten mich ab, die Zellen der innern Körnchenschicht mit Wahrscheinlichkeit, geschweige denn mit Gewißheit, für jüngere Ganglienkugeln zu halten. Für diese Deutung ließe sich folgendes Räsonnement anführen. Wie bei den Wiederkäuern die jüngsten Gehirnzellen als helle Zellen, welche einen blutkörperchenartigen Kern enthalten, beobachtet worden sind, wie sich eine ähnliche Form der Kernbildungen nach Behandlung des malpighi'schen Schleimes mit Essigsäure einstellt, so ließen sich die mit schmalen Zellen umgebenen Kerne als jüngste Nervenkörper deuten. Wenn sich aber die embryonalen Nervenzellen der Wiederkäuer durch große Sensibilität gegen Reagentien auszeichnen, so ließe sich dagegen anführen, daß auch bei späteren Stadien der Entwicklung der Hirnmasse Zellenbildungen, die sonst nicht kenntlich sind, durch Essigsäure, Weinsteinsäure u. dgl. sichtbar gemacht werden. Schon hiernach müßte daher angenommen werden, daß bei dem Menschen die Kerne Formen früherer Stadien, die umgebenden Zellen Verhältnisse einer spätern Entwicklung zeigen. Nach dieser Ansicht ließe sich aber auch nicht einsehen, weshalb in dem Ciliartheile der Netzhaut bloß jüngere Entwicklungsstufen der Nervenkörper vorhanden sein sollten, während sich dieses bei der andern Ansicht, wie sogleich erhellen wird, leichter erörtern läßt. — Sehr schwer zu beurtheilen ist es endlich, ob noch in der Netzhaut glashelle einfache Massen als sogenannte Intercellularsubstanz vorkommen. Nach dem Platzen der Zellen der Nervenkörper stellt sich natürlich der Inhalt mit Ausnahme der Kerne und der feinen Körnchen in dieser Form dar. Allein daß dann die Beobachtung einer solchen Bindemasse für den frischen Zustand keine Bedeutung habe, versteht sich von selbst. Da aber die Nervenkörper sich meistentheils nicht gegenseitig polyedrisch abplatten, so dürfte dieses ein wahrscheinlicherer Grund für die Annahme sein, daß bei dem Zusammenhange der Mittellagen der Netzhaut in den Intercellularräumen eine helle einförmige Intercellularsubstanz existirt. Eine solche soll auch nach Henle zwischen den Stäbchen der Jacob'schen Membran wahrgenommen werden.

Bietet schon die Untersuchung der Netzhaut des Erwachsenen so viele Schwierigkeiten und Streitpunkte dar, so dürften ihre Entwicklungsmomente noch dunkeler sein. Theoretisch scheint mir folgende Vorstellung die richtigste, obgleich ich frei bekennen muß, daß ich sie noch nicht gänzlich mit Thatsachen belegen kann. Wir wissen, daß in früher Embryonalzeit der Augapfel eine hohle Blase, welche durch den ebenfalls hohlen Sehnerven mit dem hohlen Hirne communicirt, bildet. Wie im Hirne die Ventricularräume durch Präcipitation der Kerne und Erzeugung der Nervenzellen allmälig verengt werden, so entsteht auch im Augapfel eine aus Zellen zusammengesetzte Retinablase, wie wir sie permanent bei manchen Anneliden, z. B. bei Nereis pulsatoria nach Rathke sehen. Stülpt sich nun die äußere Oberfläche des Bulbus mit ihrem Hautüberzuge ein, um die Linsenkapsel mit der

Linse hervorzubringen und hinter sich den Glaskörper als einen zuerst schmalen glasartigen Streifen entstehen zu lassen, so muß dann auch die Retinablase in sich zurückgestülpt werden und zuerst zwischen ihrem äußern und ihrem eingestülpten Blatte eine Höhlung enthalten, ungefähr ähnlich der mit Hydroperione gefüllten Höhle zwischen der wahren und der umgeschlagenen hinfälligen Haut des menschlichen Eies. In jenem Höhlenraume entständen oder vermehrten sich dann die Nervenzellen der Primitivfasern und der Nervenkörper der Netzhaut, während die äußere Lamelle zur Jacob'schen Membran, die innere zur innern Körnchenschicht der Retina würde. Für eine solche Einstülpung spricht die verhältnißmäßig sehr bedeutende Dicke der Retina bei frischen und vorzüglich bei jungen Embryonen, welche in Weingeist aufbewahrt werden, so wie die schon von Wedemeyer gemachte Beobachtung einer embryonalen Höhlung der Netzhaut. Für den gegenseitigen Uebergang der Jacob'schen Haut und der innern Körnchenschicht, trotz ihrer verschiedenen Theile und Gestalten im Erwachsenen, sprechen die Verhältnisse des Ciliartheiles der Netzhaut, so wie embryologische Studien. Bei sehr jungen Hühner- und Schafembryonen erscheinen die innere Körnchenschicht und die Jacob'sche Membran, selbst wenn schon die Mittelschicht in reger Ausbildung begriffen ist, einander sehr ähnlich, da die Stäbchen zuerst als rundliche Körper auftreten, welche sich allmälig zu Wärzchen erheben und dann zu Stäbchen verlängern. Vielleicht hat auch die feine durchsichtige Hülle, welche man bisweilen an ihnen sieht, die Bedeutung einer ursprünglichen Zellmembran, während sie, gleich den Körnchen der innern Körnchenschicht Nucleis entsprechen. Denn auffallend bleibt immer ihr Verhalten gegen Essig- und Weinsäure, während sie durch Wasser so leicht afficirt werden.

10) Muskelgewebe.

Alle Fasern des thierischen Körpers, welche das Vermögen haben, sich in Folge sie treffender Reize zusammenzuziehen, heißen muskulöse. Mit dem Namen der Muskelfasern werden aber zwei ihrer Form, Größe, Entstehung und zum Theil ihren physiologischen Eigenschaften nach verschiedene Faserarten, deren Contraction von eigenen motorischen Nervenfasern geleitet wird, bezeichnet. Die eine Klasse derselben heißt die der quergestreiften Fasern, weil sich ihre Oberfläche durch Querstreifen, welche meistentheils wahrgenommen werden und durch eine deutliche Zusammensetzung aus Fäden auszeichnet. Im Gegensatze zu ihr nennt man die Klasse der schmaleren und aus keinen isolirten Fäden bestehenden Muskelfasern die der einfachen. Wir werden zuerst die anatomischen, und so weit sie bekannt sind und hierher gehören, die chemischen Verhältnisse dieser beiden Klassen von Muskelfasern betrachten, dann die muskulösen Fasern durchgehen und hierauf die Verbreitungsbezirke dieser verschiedenen Faserarten in der Thierwelt im Allgemeinen erörtern.

a. Zusammengesetzte oder quergestreifte Muskelfasern.

Sie bilden meistentheils einen Bestandtheil der rothen Muskeln des Menschen, der Säugethiere, der Vögel und zum Theil der Reptilien, und erscheinen dann selbst durch einen sie durchdringenden Farbestoff roth gefärbt. Daß dieser jedoch auch mangeln könne, ohne daß die übrigen wesentlichen Eigenschaften der quergestreiften Muskelfasern verloren gehen, lehren die

niederen Reptilien, die Fische (bei welchen sich bisweilen die rothe Färbung an einzelnen Kopf- und Schlundmuskeln ausnahmsweise zeigt, oder bei denen sie sich in anderen Fällen in Folge der Fäulniß nachträglich einstellen kann), die Crustaceen, die Arachniden, die Cirrhipoden, u. dgl. mehr. Jede quergestreifte Muskelfaser bildet einen langen cylindrischen, bisweilen auch etwas prismatischen Körper, dessen Breite im Allgemeinen ungefähr von 0,007''' bis 0,032''' schwanken kann, der selbst aus längslaufenden Fäden, den Muskelfäden besteht, und meistentheils, jedoch nicht immer oder in seiner ganzen Ausdehnung Querstreifen erzeugende Linien darbietet. Diese gehen im Allgemeinen scheinbar um die Muskelfaser herum, verlaufen hierbei sehr selten ganz quer, sondern einfach schief oder schwach wellig gebogen oder besonders bei Muskelfasern der Fische, der Insecten, der Cirrhipoden, welche in Weingeist aufbewahrt worden, auf eine zierliche Art mehr oder minder in queren oder schiefen Zickzacklinien. Im frischen Zustande und wenn keine Verschiebung der Primitivfäden stattgefunden, gehen diese Linien einander entweder ganz parallel, oder weichen so wenig von einander ab, daß erst allmälig eine merklich veränderte Richtung derselben hieraus resultirt oder bilden auch eine unmerkliche Abweichung, um bald wieder in das alte Verhältniß zurückzukehren. Nie findet aber eine gabelige Theilung einer solchen Querlinie oder eine netzförmige Anastomose mehrer von vorn herein Statt. Diese Querlinien erzeugen sich aber dadurch, daß sich abwechselnd hellere und dunkelere bandartige Gebilde an der Muskelfaser darstellen. Durch Betrachtung unter stärkerer Vergrößerung sieht man, daß die abwechselnden Schattirungen darin ihren Grund haben, daß sich einerseits quere, sehr wenig lange Partien emporheben und wieder senken. Der steilere Abfall erscheint dunkeler, die allmälige Hebung heller. Meistentheils gehen die Querstreifen in einem Zuge längs der ganzen im Gesichtsfelde befindlichen Breite der Muskelfaser fort (Fig. 76). Bisweilen dagegen zeigen sich sowohl im frischen als im älteren Zustande, sowohl bei Integrität, als bei zufälliger Spaltung der Primitivfasern mehr oder minder vollständige Längszüge oder Längenabtheilungen, die gewissermaßen untergeordnete Fascikel absondern und nach welchen auch die Querstreifenbildung mehr oder minder zerfällt (Fig. 77 *a*). Bisweilen haben nur einzelne Fascikulartheile der Art Querstreifen, während sie anderen mangeln. In einzelnen Muskelfasern gewahrt man zunächst nur die Querstreifenbildung allein; in anderen erscheint neben dieser die Formation der Längsfäden. Jedoch nicht immer sieht man überhaupt diese Querstreifen. Gerade ganz frische von den lebenden Thieren, vorzüglich Reptilien, Fischen, Insecten losgeschnittene Muskelfasern oder umgekehrt solche, welche längere Zeit der Fäulniß ausgesetzt sind, entbehren dieses Gebildes entweder gänzlich oder zu einem großen Theile. Bei frischen Muskelfasern, welchen die Querstreifen abgehen, erkennt man oft einfachere, wie aus kleinen Körperchen zusammengesetzte Längenfäden, die gerade oder gebogener, oder wellig bis schwach zickzackförmig verlaufen. In Folge der Maceration dagegen zerfallen oft die Fasern in untergeordnete Fascikulartheile und zeigen Primitivfäden, die meist aus longitudinal gereihten Körperchen oder rosenkranzförmig verbundenen Spindelchen zu bestehen scheinen, bis endlich das Ganze meistentheils in eine feinkörnige Masse zerfällt. Oft bemerkt man aber in frischen sowohl, als in faulenden Muskelfasern verschiedene Stadien der Fasern neben einander, die sich besonders in verschiedenen Anschauungen, je nachdem man den Focus höher oder tiefer stellt, darbieten.

Offenbar sind diese auf diese Art in ihrem Erscheinen variablen Querstreifen das Product eines entferntern Verhältnisses. Als dieses sind aber seit dem Ende des siebzehnten Jahrhunderts zwei Hauptursachen, eine quergestreifte Scheidenbildung oder eine varicöse Beschaffenheit der mit ihren Anschwellungen regulär gestellten Fäden angesehen worden. Zu diesen Meinungen kamen noch einige andere Vorstellungen in neuerer und neuester Zeit hinzu, so daß es am zweckmäßigsten sein dürfte, die verschiedenen Hauptansichten hier kurz durchzugehen. a. Der Ausspruch von Mandl, daß die Querstreifen von einem um die Muskelfaser spiralig herumgehenden Faden herrühre, dürfte die unhaltbarste aller in dieser Beziehung geäußerten Meinungen ausmachen. Denn wäre dieses der Fall, so müßte sich die Muskelfaser, wenn sie sich in einzelne Fascikulartheile spaltet, entweder von ihrem Umwicklungsfaden trennen oder, wenn dieser auch wegen stärkerer Anheftung an den Muskelfasertheilen gleichförmig risse, nur an der obern und der untern, nicht aber an den seitlichen Flächen der Fascikularpartien Querstreifen darbieten. Wo diese aber noch vorhanden sind, finden sie sich überall. Auch ließe sich erwarten, daß sich der Faden in gewissen Fällen gleich der Faser der Spiralgefäße abrollen ließe. Auch blieben die mannigfachen bei der Maceration eintretenden Erscheinungen, auf die wir noch zurückkommen werden, unerklärt. Daß übrigens hier eine Verwechselung mit Zellgewebefäden des Perimysium vor sich gegangen, bin ich mit Henle subjectiv überzeugt. Dieselben Gegengründe passen auch auf die Ansicht von Raspail, der geradezu die Querstreifen mit den spiraligen Verdickungen der Pflanzenzellen und Pflanzengefäße vergleicht. b. Skey betrachtet die Querstreifen als transversale Fäden, welche innig mit den mehr nach innen liegenden Fäden des Muskelfaserrohres verbunden seien. Offenbar hatte dieser Forscher bei dieser Anschauung nur den Fall vor Augen, wo man an der Oberfläche Querstreifen und bei tieferer Einstellung des Focus Längsfäden sieht. Abgesehen davon, daß dieses nur eine einzelne der mannigfachen Erscheinungen, unter welchen sich die Muskelfasern darstellen, ist und daß die übrigen sämmtlich hierbei unerklärt bleiben, sind die Fäden selbst weder speciell nachgewiesen, noch irgendwie isolirt dargestellt worden. c. Gerber glaubt an Muskelfasern des Hundes die Querstreifenbildung als ein um eine Gruppe von Längsfäden herumgehendes Band beobachtet zu haben. d. Schon seit Leeuwenhoek tauchte oft die auch von mir zur Anfangszeit meiner mikroskopischen Untersuchungen gehegte Meinung auf, daß eine eigene quergestreifte oder quergefaltete Scheide, welche die Muskelfäden umgiebt, die Querstreifen hervorrufe. Daß die eigenthümliche Umhüllung, das Sarcolemma, nichts der Art darbiete, werden wir in der Folge sehen. Bei allen queren, schiefen, faserigen und anderen Rissen der Muskelfaser wird nie ein Fragment einer quergetheilten oder quergerissenen Scheide frei. Nur eine Cardinalbeobachtung scheint mir für diese Ansicht angeführt werden zu können. Behandelt man nämlich durch Fäulniß schon etwas erweichte Muskelfasern unter dem Compressorium, so ereignet es sich bisweilen, daß aus bloßen Längsfäden bestehende Muskelfasern hervortreten, während an der frühern Stelle quergestreifte Fasern verbleiben, so wie es in Gerber's allg. Anatomie Taf. IV. Fig. 80. dargestellt worden. Allein meistentheils beruhen solche Erfahrungen auf dem Umstande, daß man benachbarte hervorkommende Muskelfasern für Centraltheile von quergestreiften nimmt. Findet aber auch ein solches Hervortreten in der That Statt, so läßt es sich nach der Ansicht, die wir zuletzt kennen lernen werden, ebenfalls und ohne die Annahme einer sonst nicht speciell nachweisbaren und auch nicht alle Verhältnisse erklärenden Scheide erläutern. e. Nach der vorzüglich von

Schwann in neuerer Zeit hervorgehobenen, von Joh. Müller, Bruns u. A. getheilten Meinung, sind die der Länge nach verlaufenden Primitivfäden der Muskelfaser varicöse Cylinder, deren Varicositäten, wie vorzüglich die Verhältnisse einer mit Vorsicht geleiteten Maceration lehren, in regelmäßigen Ausdehnungen und kurzen Distanzen auf einander folgen. In dem normalen Muskelgewebe erscheinen sie in den benachbarten Fasertheilen so gestellt, daß sie Querlinien bilden und daß die Schatten der zwischen je zwei von ihnen befindlichen, successiv der Länge nach auf einander folgenden Anschwellungen die dunkelen, die erhabenen Stellen die helleren Querlinien der Muskelfaser oder umgekehrt (Schwann und Bruns) erzeugen. Hieraus erklärt sich, weshalb bei allen Längsspaltungen der Muskelfaser an allen Longitudinalfragmenten noch vollständige Querstreifenbildung kenntlich bleiben kann. Diese Ansicht ist auch meiner gegenwärtigen Meinung nach die richtige, sobald man nur nicht eine permanent varicöse Beschaffenheit der Primitivfäden statuirt. f. Bowman glaubte aus der Wahrnehmung, daß die Muskelfasern in Folge der Maceration nicht bloß in longitudinale Abtheilungen und varicöse Längsfäden, sondern bisweilen auch in breite und wenig hohe, ringartige Fragmente zerfallen, schließen zu können, daß sie ursprünglich aus Moleculen bestehen, die so geordnet wären, daß sie sich eben so gut in Längslinien als in Querlinien trennen könnten. Gegen diese auf einer richtigen Beobachtung beruhende Anschauung läßt sich aber einwenden, daß die sogenannten Kügelchen selbst, d. h. die varicösen Stellen erst etwas Secundäres sind und daß die queren Theilungen auch durch die später zu erwähnenden queren Furchenbildungen und ringartigen Einschnürungen ursprünglich bedingt werden können. g. Meiner Ueberzeugung nach dürfte die wahrscheinlichste Ansicht folgende sein. Die Querstreifenbildung liegt in einer accidentell varicösen Beschaffenheit der Primitivfäden der Muskeln. Diese sind ursprünglich mit keinen Anschwellungen versehen, erhalten aber als Formausdruck eines gewissen Contractionsgrades regelmäßige durch kurze Zwischenräume getrennte, sehr kleine Varicositäten, die bei ihrer regulären Stellung die Querstreifenbildung hervorrufen. Diese kann daher auf einzelne Muskelfasertheile sowohl der Länge, als der Breite nach beschränkt sein und grade bei ganz frischen Muskeln entweder ganz fehlen oder, wenn sie schon eingetreten, wieder verschwinden. Das Letztere erscheint vorzüglich unter Einwirkung von Wasser. Betrachten wir von einem lebenden oder noch reizbaren Thiere entnommene Muskeln, so vermissen wir gerade oft die Querstreifen, während entweder isolirte Längsfäden oder eine mehr unbestimmte Längenfaserung oder breitere, vollständige oder unvollständige Longitudinalabtheilungen hervortreten. Einzelnen Muskelfasern, welche eben noch Querstreifen dargeboten haben, verlieren sie bald, vorzüglich nach Einwirkung des Wassers unter den Augen des Forschers und erscheinen dann längsgefasert. Schon diese Beobachtungen und die Wandelbarkeit der Querstreifenbildung überhaupt dürfte beweisen, daß die varicöse Beschaffenheit der Primitivfäden nichts Ursprüngliches, sondern erst unter gewissen Bedingungen eintritt. Als Haupteinwand gegen diese Ansicht läßt sich erheben, daß die Querstreifung gerade an älteren Muskelfasern, an Weingeistpräparaten u. dgl. constanter auftritt und sich bis zu dem Zerfallen der Faser durch Maceration erhält Allein ich glaube, daß gerade dieses varicöse regelmäßige Anschwellen der Fäden vielleicht als das Resultat der Tonicität im Leben, wie nach dem Tode angesehen werden könnte und daß sie sich unter den genannten Einflüssen auf ähnliche Art, wie die freilich mit ihnen nicht genau zu vergleichenden Schlängelungen der Zellgewebefasern, erhält. Wollte man umgekehrt die varicöse Beschaffenheit als die ursprüngliche ansehen,

so müßte man annehmen, daß sie entweder aus unbekannten Ursachen oder durch die Einwirkung des Wassers verschwinde. Hiergegen zeugt aber einerseits, daß ganz frische Muskelfasern, welche gar nicht mit Wasser befeuchtet worden, auch einfache Längsfäden darbieten und daß sich nicht einsehen ließe, warum durch Wassereinsaugung nur die Interstitien zwischen den Varicositäten vergehen und so die Fäden ihre Anschwellungen verlieren sollten. Für die obige Ansicht, daß die die Querstreifen erzeugenden Varicositäten erst secundär entstehen und sich dann aber äußerst hartnäckig erhalten können, sprechen auch die schon mehrfach berührten Phänomene des verschiedenen Aussehens so vieler Muskelfasern. Die Thatsache, daß wir an vielen von ihnen an der Oberfläche Querstreifen und in der Tiefe mehr nach dem Centrum hin nur Längsfäden, nicht aber das Umgekehrte sehen, führt nach der eben erörterten Ansicht zu der Annahme, daß die äußeren mehr nach der Peripherie gelegenenen Primitivfäden leichter varicös, als die inneren mehr nach dem Centrum befindlichen werden und daher in dieser Hinsicht contractiler sind.

An diesen letztern Umstand knüpft sich eine andere, noch in Discussion befindliche Frage, wie nämlich der Centraltheil von Muskelfasern beschaffen sei. Daß sich in den Muskelfasern der Embryonen des Menschen, der Wiederkäuer, des Hühnchens und des Frosches zu der Zeit, wo schon äußerlich Querstreifen deutlich sind, noch eine bisweilen mit deutlichem Inhalte versehene Höhlung im Innern befinde, werden wir bei der Entwicklung dieser Gebilde sehen. Die meisten feinen Querschnitte ausgebildeter Muskelfasern geben aber über die Existenz einer Centralhöhle keinen sichern Aufschluß. Bei vielen scheint Alles eine solide Masse zu bilden; doch gewahrt man auch hier fast immer einen Centralpunkt, um welchen die quer durchschnittenen Muskelfäden gestellt zu sein scheinen. An den Durchschnittsflächen von feinen Muskelfasern aus dem Schwanz von extremitätenlosen Kaulquappen erhielt ich bisweilen eine Anschauung wie sie Fig. 77 *d* gezeichnet ist, d. h. in dem Centrum zeigte sich ein rundliches, oft ein dunkles Pünktchen enthaltendes Gebilde. An den Querschnittflächen der Oberschenkelmuskeln eines kaum ½″ langen Fröschchens zeigte sich an jeder Muskelfaser ein Centraltheil, wie es Fig. 79 dargestellt worden. In dem Centrum der Muskelfasern des Herzens sah Henle Spuren eines Centralcanales mit einzelnen enthaltenen Körnchen. Weniger Gewicht glaube ich gegenwärtig auf eine andere Thatsache, die ich früher für beweisender hielt, legen zu dürfen. Durchschneidet man nämlich die Muskelfasern eines noch lebenden oder noch reizbaren Thieres, so zeigen die Durchschnittsränder oft sehr verschiedene Gestalten. Manche sind vollständig wie der Klappaufschlag eines Aermels umgestülpt; andere am Ende theils umgelegt, theils zugespitzt (Fig. 76), andere mit breiteren Endtheilen versehen u. dgl. mehr. Bei vielen Muskelfasern combiniren sich dann hier an den Schnitt- oder Bruchrändern die Verhältnisse von Licht und Schatten so, daß man auf eine Eingangshöhle schließen muß (Fig. 76, Fig. 77 *a b c*). Durch genauere Untersuchungen glaube ich mich vorzüglich in neuester Zeit überzeugt zu haben, daß zwar am Ende ein solcher Höhlentheil allerdings existirt, daß er aber davon herrührt, daß die inneren weicheren Theile der Muskelfaser tiefer eingerissen oder zurückgezogen sind. An diesem Phänomene nimmt übrigens das bald zu beschreibende Sarcolemma wenigstens bisweilen keinen Theil. Denn ich sah noch das umgestülpte Ende der zerschnittenen Muskelfasern in ihm, wie in einem eng umschließenden Futterale stecken. Aus allen mir bis jetzt bekannten Thatsachen scheint mir folgende theoretische Vorstellung die meisten Chancen zu haben. Ursprünglich, wenn schon Querstreifen kenntlich sind, existirt noch eine verhältnißmäßig

große Höhle. Mit mehr Ansatz von Längsfäden wird diese reducirt, kann aber noch bleiben und sogar noch Körnchen ihres Inhaltes behalten. Bei fernerer Ausbildung vermag sie vielleicht gänzlich oder fast gänzlich reducirt zu werden. Die peripherischen Primitivfäden bilden leichter Querstreifen, als die centralen, die überhaupt oft in der Nähe des Centrums weicher erscheinen. Ueber das Letztere wurde auch schon in dem Art. Ernährung gehandelt.

Bei der Betrachtung der Querschnitte der zusammengesetzten Muskelfasern gewahrt man noch eine andere Erscheinung, deren Ursachen mir noch nicht klar sind. Wie sich dieselben nämlich vorzüglich durch Einwirkung des Wassers an erwähnten umgestülpten, gebogenen, blumenkohlartig aus einander weichenden und anders geformten Enden der durchschnittenen noch reizbaren Muskelfasern unter den Augen des Beobachters nicht selten verändern, so erzeugen sich an den quer durchschnittenen Muskelfasern unregelmäßige, durch ihre Schatten auffallende Furchen und Einrisse, die bald von innen nach außen, bald von außen nach innen gehen (Fig. 77 *e*). Es beruht dieses auf einer Lösung der Continuität der Verbindung der Primitivfäden und vielleicht auf der theilweisen Solution einer unsichtbaren Bindemasse oder auf ungleicher Wassereinsaugung oder anderen physikalischen Verhältnissen der Substanz der Muskelfaser.

Die quer gestreiften Muskelfasern laufen in einer Continuität fort, enden meist abgerundet und spitzen sich auch oft vor ihrem Schlusse etwas, und zwar nicht selten ziemlich steil, zu. Wo Sehnen an ihnen erscheinen, werden sie von den Sehnenfäden rings herum umfaßt.

Die Scheidenbildungen der Muskelfasern erinnern in mehrfacher Beziehung an die der Nerven. Zwischen den einzelnen Muskelfasern und der verschiedenartigen Bildung derselben bis zu den Muskelbäuchen und den Muskeln hinauf, finden sich Zellgewebeformationen, welche man mit dem Namen des Perimysium bezeichnet und die zugleich als Leiter der Gefäß- und Nervenverbreitung in den Muskelorganen dienen. Außerdem zeigt sich aber noch eine eigene Art von Scheiden- oder Hüllenbildung, für welche Bowman den Namen des Sarcolemma vorgeschlagen hat. Bisweilen nämlich erkennt man schon bei noch an einander liegenden Muskelfasern einen seitlichen fast wasserhellen Streif, der nach außen von einer scharfen Randlinie begrenzt ist, und bemerkt schon so bei genauerer Betrachtung, daß dieses eine durchsichtige membranöse Scheide, welche die Muskelfaser umgiebt, sein müsse. Deutlicher wird dieses noch durch andere Anschauungen. Bisweilen nämlich stellen sich, wenn man vorzüglich weichere Muskelfasern aus einander zieht, zwischen den von einander entfernten Riß- oder Bruchenden der Faser glashelle Scheiden, an denen zerstreute Kerne oder noch Körnchen sichtbar sind, dar (Fig. 78 *a*). Diese durchsichtigen membranösen Hüllen falten sich auch wohl leicht und werfen dann an den Faltungsstellen dunkelere Schatten. Bisweilen reißt seitlich ein Stück der Muskelfaser aus und läßt den entsprechenden Scheidentheil oder nur ein Fragment desselben frei zu Tage. Bisweilen liegt auch in dem durch die Scheide gebildeten Zwischenrohre ein Fragment der Muskelfaser gleichsam wie in einer Glasröhre aufbewahrt. Bisweilen, vorzüglich bei den größeren Säugethieren, z. B. dem Rinde, lagern sich noch an dieser Scheide zierlich gekräuselte und leicht irre führende Zellgewebefasern an. Bisweilen lösen sich aber auch im Innern einzelne Faserpartien der Muskelfaser selbst los und biegen und winden sich auf eigenthümliche Weise innerhalb oder außerhalb dieser durchsichtigen Hülle. Vorzüglich bei erweichten, oft aber auch bei ganz frischen, Muskeln tritt wohl auch der Fall ein, daß sich die innere Muskelsubstanz an der Seite der Scheide bruchsackartig hervortreibt (Fig. 80). Außer dieser

durchsichtigen Hülle erkennt man bisweilen schon ohne alle Vorbereitung, vorzüglich bei den blasseren Muskeln der Reptilien, der Krebse u. dgl. die anliegenden meist länglichen, breiteren oder schmaleren Kerne, die sonst durch Behandlung des Präparates mit Essigsäure, oder anderen organischen Säuren, weniger durch Alkalien sichtbar gemacht werden. Behandelt man z. B. ein paar Muskelfasern des Rindfleisches mit Essigsäure (Fig. 80), so wird die Substanz der Muskelfaser hell, und die Kernbildungen fallen daher stärker in die Augen. Die meisten von ihnen sind lang, schmal, und laufen oft an einem oder an beiden Enden in eine feine fadenartige Linie aus; daher sie auch hier mit dem Namen der spindelförmigen Körper bezeichnet worden sind. Andere haben jedoch andere Gestalten. Einzelne sind mehr rundlich bis länglichrund, andere zeigen unregelmäßige Einschnürungen oder es erscheinen auch faden- bis bandartige Gebilde, welche leicht das Ansehen von longitudinal verschmolzenen Kernen an sich tragen. Am Rande sieht man sie oft deutlich zwischen der Substanz der Muskelfaser und der äußern Randlinie liegen, und den einzelnen, oft vorkommenden Einschnürungen in bogenförmiger Lage folgen. Während an einzelnen Stellen die Kerne an ihren Enden in die schon erwähnten feinen Fäden überzugehen scheinen, so zeigen sich diese breiteren, mehr bandartig statt ihrer auftretenden Gebilde heller (Fig. 81), und von den Kernen oft geschiedener. Häufig stellen sich aber auch die Endbegrenzungen der letzteren gar nicht recht deutlich dar. Noch besser kann man diese Wahrnehmung an den quergestreiften Muskelfasern der Crustaceen, deren Kerne in der Regel größer sind, machen. Auch andere organische Säuren, wie z. B. Weinsteinsäure, Citronensäure, Sauerkleesäure eignen sich zur Darstellung dieser Kerngebilde.

Die jüngsten embryonalen Muskelfasern entstehen wahrscheinlicher Weise dadurch, daß sich Kerne, welche bei den Wiederkäuern durch ihr Aussehen und ihre Färbung sehr an Blutkörperchen erinnern, in longitudinalen Reihen ablagern, und daß aus den sie umgebenden Zellenmassen ein fortlaufendes Rohr entsteht. Bald darauf erscheint dann die Faser als ein heller Schlauch, an dessen glasartiger verdickter Wandung feine Längenfasern deutlich sind, während die nicht minder bestimmte Höhle theils rundliche theils länglichrunde Kerne enthält (Fig. 57). Diese werden in gleichem Maße heller, je mehr Ablagerung von Verdickungsmassen an der Wandung erfolgt. Bei Wiederkäuern zeigt sich aber zugleich ein aus feinen Körnchen bestehender Inhalt. Diese Körperchen erscheinen bald um den Kern, bald dagegen so quer gestellt, daß sie das Muskelfaserrohr gleichsam confervenartig abtheilen (Fig. 60 *b*). Bald sind sie so dicht abgelagert, daß sie die Kerne ganz unkenntlich und überhaupt die Höhlung des Muskelfaserrohres dunkel machen (Fig. 60). Während diese Cavität mit den Kernen noch existirt, während die peripherische Masse der Muskelfaser noch glashell ist und ihre Verdickung noch lange nicht vollendet hat, erscheinen schon die Querstreifen in ganz ähnlichen Verhältnissen wie bei dem Erwachsenen. Schon oben wurde angeführt, daß die Cavität bei vermehrter Ablagerung peripherischer Muskelsubstanz immer mehr reducirt werde. Ob sie aber je schwinde, blieb unentschieden. Außer den schon angeführten, freilich nicht conclusiven Erfahrungen bleibt es immer merkwürdig, daß man in freilich seltenen Fällen, z. B. bei dem Frosche, dem Rinde, in dem Centrum der Faser im Innern ein rundliches Kerngebilde wahrnimmt. Da sich nach dem Gesetze der isolirten Entstehung die Muskelfasern in ihrem Blastem vereinzelt bilden, so ließe sich vielleicht erwarten, daß auch jede einzelne Faser isolirt entstehen würde; allein dieses ist nicht der Fall. In der blastematischen Masse krystallisiren in einzelnen Distanzen einzelne Muskelfasern, neben welchen sich dann

neue bilden. Man sieht daher nicht selten eine in ihrer Entwicklung weiter fortgeschrittene und dicht neben ihr eine jüngere Faser. Nebenbei können sich auch dann noch selbstständige in dem Blasteme erzeugen. Von jener Anziehungskraft einer schon gebildeten Faser rührt es wahrscheinlich her, daß man einzelne Muskelfasern bei Früchten des Hühnchens sowohl, als des Schafes mit Kernen (Fig. 58) gleichsam besetzt sieht. Jedoch ist es auch denkbar, obgleich weniger wahrscheinlich, daß diese später in die Kerne des Umhüllungsgewebes übergehen. Durch das allmälige Anschießen der Muskelfasern wird so die blastematische Masse immer mehr reducirt und verwandelt sich in ihren Ueberresten in das Perimysium.

Daß die elementaranalytischen Bestandtheile der quergestreiften Muskelfasern nach den Analysen von Playfair und Boeckmann mit denen des Bluts übereinstimmen, wurde schon in dem Art. Ernährung besprochen. Berzelius und Braconnot kommen bei ihren quantitativen Bestimmungen der Bestandtheile des Ochsenfleisches auf ziemlich übereinstimmende Resultate. Sie fanden 17,70 — 18,18% Fleischfaser, Gefäßnerven und Zellgewebe. 2,20 — 2,70% Albumin und Faserstoff, 1,80 — 1,94% Alkoholextract mit Salzen, 1,05 — 1,15 Wasserextract mit Salzen, 0,08 albuminhaltigen phosphorsauren Kalk (Berzelius) und 77,17 — 77,03% Wasser. Ueber die chemischen Eigenschaften der Muskelsubstanz s. Berzelius Thierchemie 1840. 8. Seite 547.

Bei der Zusammenziehung zeigen sich, je nach der Intensität der Contractionsenergie verschiedenartige Veränderungen der quergestreiften Muskelfasern. 1) Bei größeren Verkürzungsgraden biegen sich die Fasern zickzackförmig. Diese Krümmungen lassen weder eine sichere Beziehung zu den Nervenverbreitungen, noch zu den primären Zellenreihen wahrnehmen. Die Distanz der einzelnen Ecken der Einknickungswinkel ist jedenfalls viel größer, als selbst mehre ursprüngliche Zellen ausmachen würden. 2) Es bilden sich quere Einkerbungen, vollständig oder unvollständig durchgehende Furchen, welche man z. B. an den Muskelfasern der Insecten, einzelner Bündel des Blutegels am leichtesten beobachtet. Vielleicht gehören auch die Einschnürungen, welche man z. B. bei dem Rindfleisch so oft beobachtet, hierher. An diesen nimmt auch, wie man an ihr und den Kernbildungen deutlich sieht, die Scheide selbst Theil. Ja sie selbst scheint die Einschnürungen und Ausbuchtungen zu begrenzen, während die Primitivfasern den dadurch bestimmten Bogenlinien mehr oder minder folgen. Diese Verengerungen sind noch die räthselhaftesten von allen, da man zwar Einschnürungsschatten, aber keine einschnürende Fasern oder verwandte Bildungen sieht, und es so nur übrig bleibt, anzunehmen, daß die Scheide selbst eine gewisse Contractilität habe, oder daß die Muskelfäden aus gewissen noch unbekannten Ursachen locale Einschnürungen mit dazwischen liegenden Anschwellungen bilden können. Leichter zu erkennen sind die vollständigen oder unvollständigen Längenfurchen (Fig. 77 *a*), welche man bisweilen wahrnimmt, da sich denken läßt, daß sich die Primitivfäden bündelweise über die Oberfläche erheben. 3) Schon an dem Schwanze der Froschlarven vermag man bisweilen die Wahrnehmung zu machen, daß an Stellen der Muskelfasern, die im Anfange der Untersuchung keine Querstreifen dargeboten haben, durch die Contraction solche eintreten. Wir werden in der Folge sehen, daß höchst wahrscheinlich Erscheinungen der Art auch bei wirbellosen Thieren, wo man sonst Querstreifenbildung vermißte, auftreten. Untersucht man aber z. B. bei dem Frosche quergestreifte Muskelfasern unter mäßig starken bis stärkeren Vergrößerungen, während man in ihnen einen galvanischen Strom einleitet, so sieht man bisweilen

mit Bestimmtheit eine größere Erhebung der Querbänder der Faser während der Contraction. Diese ergreift nicht die Muskelfaser ihrer ganzen Länge nach auf einmal, sondern pflanzt sich sehr schnell successiv von Stelle zu Stelle fort, ungefähr, wie bei dem Kriechen einer Raupe, nur natürlicher Weise um Vieles rascher. An den an einem ausgerissenen Fliegenfuße hervortretenden Muskelfasern sieht man endlich noch eine eigene, in unregelmäßig pendelartigen Biegungen bestehende Bewegung, welche oft auch in permanentere Krümmungen übergehen kann. Durch die Zickzackbiegungen werden die größten Verkürzungen, bei dem Frosche ungefähr ein Viertel der frühern Länge, bewirkt.

Es ist sehr schwer mit aller Evidenz zu entscheiden, ob das den quergestreiften Muskelfasern einwohnende Contractionsvermögen eine ihnen inhärirende oder durch den Einfluß des Nervensystemes bedingte Erscheinung ist, weil die Beweise für das Erstere nicht genügend sind, die für das Letztere dagegen mehr auf negativen, als positiven Thatsachen beruhen, und daher auch einer absolut bindenden Gewalt entbehren. Zweierlei Arten von Erfahrungen wurden bei der über diese Frage geführten, seit Haller bis auf die Gegenwart bestehenden Discussion besonders berücksichtigt, die Folgen der Nervendurchschneidung auf die Muskelreizbarkeit und das Verhalten der isolirten, von ihren motorischen Nerven befreiten Muskelfasern. Schneiden wir aus einem motorischen Nerven ein Stück aus und verhüten absichtlich oder zufällig die Regneration des Verlustes, so bleiben die entsprechenden Muskeln für den Einfluß des Willens gelähmt, erleiden aber rücksichtlich ihres übrigen Verhaltens mancherlei zeitliche Veränderungen. Im Anfange ruft Reizung des untern Nerventheiles noch Contraction der paralytischen Muskeln hervor. Später dagegen, während diese blasser werden und ihre Fasern ähnliche allmälige Veränderungen, wie durch eine allmälige Maceration erfahren, wird es nicht möglich durch Reizung des Nerven, wohl aber durch solche des Muskels selbst Zuckungen hervorrufen. Nun schloß man aus der letztern Thatsache, daß, da so (in Verbindung mit ihren organischen Veränderungen) die Nervenfasern hier nicht mehr thätig sind, die Muskeln dagegen selbst noch durch Contraction reagiren, eine diesen selbst einwohnende und nicht von den Nerven abhängige Eigenschaft die Zusammenziehung bewirken müsse. Allein offenbar ist diese Folgerung zu rasch gemacht worden. Wir wissen, daß die Reizbarkeit der motorischen Nerven in centrifugaler Richtung abnimmt. Reagiren daher noch die Muskeln, wenn es schon bei den Nerven nicht mehr der Fall ist, so läßt sich dieses auch so deuten, daß die in dem Muskelgewebe verlaufenden peripherischen Enden der Nerven ihre Empfänglichkeit noch besitzen. Bleibt zuletzt jeder Effect nach Irritation der Nerven sowohl als der Muskeln aus, so läßt sich dieses, wie man leicht sieht, ebenfalls auf eine amphibole Art deuten. Jedenfalls aber übt die Nervendurchschneidung auf die Zerstörung der Irritabilität einen wesentlichen Einfluß aus. Denn durch sie schwinden die Querstreifen und desorganisirt sich die Muskelfaser in wenigen Wochen und Monaten, während ich z. B. in einem von Geburt an verkrüppelten, fast gar keiner Bewegung fähigen anputirten Fuße eines 19jährigen Mädchens innerhalb des in Fett entarteten M. gastrocnemius, extensor communis quatuor digitorum u. dgl. noch zahlreiche, ganz normale Muskelfasern vorfand, so daß nicht bloß der Mangel an Uebung die Ursache der Veränderung der Fasern sein durfte. Was die andere Reihe von Erfahrungen betrifft, so war es mir nicht möglich, an isolirten und so von ihren Nerven getrennten, ganz frischen Muskelfasern des Frosches durch Galvanismus Contractionen zu erzeugen. Allerdings beweis't eine negative Erfahrung der Art nichts mit Bestimmtheit. Allein gesetzt

auch, es würden in diesem Falle wahre lebendige Contractionen beobachtet, so würde dieses auch noch nicht die selbstständige Irritabilität darthun. Denn es ließe sich denken, daß die Muskelfaser von den entsprechenden vollständigen oder unvollständigen Nervenfasern mit einem länger oder kürzer bei ihr verharrenden Agens, welches sie erst zur Contraction geschickt mache, geladen werde.

Obgleich Uebung der Zusammenziehung die Muskeln stärkt und dieselben röther macht, Ruhe dagegen schwächt oder sogar lähmt, so finden sich doch keine sehr wesentlichen Verbreiterungen oder Verschmälerungen der Primitivfasern bei starken oder schwachen Muskeln. In dem Fuße des oben erwähnten Mädchens, bei welchem nur die große und die kleine Zehe wenig bewegt werden konnten, der von der frühesten Zeit ihrer Kindheit an durch eine Stelze ersetzt worden, und wo der größte Theil der Fußmuskeln in Fett verwandelt war, zeigten sich in dem letztern einzelne durchaus normal breite Muskelfasern. Die absolute Breite der Fasern eines starken Arbeiters und des schwächsten Mädchens weichen nicht sehr wesentlich von einander ab. Ob bei dem Erstern im Ganzen mehr breitere existiren oder nicht, ist natürlich schwer zu entscheiden. Anhaltende Ruhe oder Lähmung geschwächter Muskeln erzeugt leicht Ablagerung von Fettkugeln an und zwischen den immer mehr dahin schwindenden Fasern.

b. Einfache (sogenannte platte oder organische) Muskelfasern.

Erscheint die mit quergestreiften Fasern versehene Muskelsubstanz des Menschen und der höheren Thiere roth, so zeigt sich die, welche einfache Fasern besitzt, blaß. Die letztere Färbung ist jedoch, wie schon erwähnt wurde, wegen des weißen Ansehens der quergestreiften Muskeln vieler niederer Thiere nicht charakteristisch. Selbst bei dem Menschen und den höheren Thieren bleibt man oft bei dünneren Muskelausbreitungen nach dem Urtheile des freien Auges zweifelhaft, ob man es mit einfachen oder quergestreiften Fasern zu thun habe. Dagegen zeigen die ersteren, wo sie in ihrer vollständigen Eigenthümlichkeit ausgebildet sind, unter dem Mikroskope von den quergestreiften Fasern durchaus abweichende Gestalten. Sie sind blasse, platte bis plattrundliche Fasern, welche leicht in ihrer natürlichen Verbindung ein eigenes undeutlich körniges bis grumöses Ansehen annehmen, sich meist durch zahlreiche aufliegende Kerne auszeichnen, und bisweilen, wie z. B. in der Mittelhaut des Magens des Feuertriton aus kleinen dunkelrandigen Körnchen bestehende Längsstreifen an sich haben. Sie sind weit schmäler als die quergestreiften Muskelfasern und haben ungefähr eine mittlere Breite von 0,006'''. Bisweilen erkennt man in ihnen noch eine feine Längenstreifung; bisweilen eine longitudinale dunkele Linie, bisweilen können sie selbst sich am Ende zerfasern oder in Fäden zerfallen. Durch Essigsäure werden wieder die Fasern heller und die Kernbildungen deutlicher. An den Muskelfasern der Mittelhaut des Magens des Triton zeigte sich nach Einwirkung dieses Reagens, daß sich viele der rundlichen, länglich runden, an einem Ende zugespitzten oder hakenförmig gebogenen und anders gestalteten Kernbildungen von selbst loslös'ten und in der Flüssigkeit herumschwammen. Ein Kern (Fig. 82 *a*) war deutlich von einer größern hellen Zelle umgeben und schien ihr excentrisch anzusitzen. In einem andern Falle steckte das hintere Ende eines Kernes in dem vordern eines andern wie in einer kurzen Kapsel, so daß jedoch ein geringer heller Zwischenraum zwischen beiden existirte (Fig. 82 *b*). Die feinen, oft ein Netz bildenden, in Essigsäure unlöslichen Fasern, die Henle als seine sogenannten Kernfasern an den einfachen

Muskelfasern beobachtet hat, fehlten hier an einzelnen Schnitten gänzlich. Dagegen erschienen noch oft einzelne dunkelrandige Körnchen zum Theil an und auf vollständigen Kernen, welche letztere oft eine helle von einer doppelten Linie eingefaßten Begrenzung und einen gelblichen mit einzelnen, besonders hervortretenden Körnchen versehenen Inhalt, und bisweilen eine Längenstreifung an ihrer Oberfläche besaßen. Die Fasern liegen in Fascikeln oder häufiger in platten, oft in verschiedenen Lagen verlaufenden Schichten neben einander, haben bei höheren Thieren besonders Kerne und Umhüllungsfasern an und zwischen sich, und verbinden sich hierbei bisweilen netzförmig. Eine genaue chemische Analyse der einfachen Muskelfasern fehlt bis jetzt. Auch haben wir noch keine definitive Einsicht in die Art, wie sie die Zusammenziehung bewirken. An frisch ausgeschnittenen Schichten sah ich während der Verkürzung bogige Einbiegungen derselben. Ob dieses aber ihre einzige Contractionsweise sei oder nicht, steht dahin.

c. Muskulöse Fasern.

Mit diesem Namen dürfte provisorisch eine Reihe von Fasern, die mit den vorigen genau verwandt, wo nicht mit ihnen identisch und nur auf eine eigenthümliche Weise weiter entwickelt sind, zu belegen sein. Auch sie erscheinen blaß und meist platt, haben noch bisweilen Kerne, bisweilen dagegen nicht oder nur in sparsamer Menge, zeigen nicht selten eine Längenstreifung als wären sie aus feineren Fäden zusammengesetzt, und zerfallen vielleicht selbst später in solche. Sie finden sich meist in Organtheilen, die zwar contractil sind, deren Zusammenziehung aber wenigstens bei unseren künstlichen Versuchen meist nicht unmittelbar auf Reizung ihrer Nerven erfolgt, sondern entweder ausbleibt oder erst nach längerer Zeit und oft auf eine in ihren einzelnen Stufen sinnlich kaum wahrnehmbare Weise eintritt, während sie dagegen bald auf Galvanismus, bald auf Kälte, bald auf chemische Einflüsse deutlicher reagiren. Hat man vorzüglich die zuerst genannten Formen dieser Fasern isolirt unter dem Mikroskope, so ist es oft total unmöglich, sie von gewöhnlichen einfachen Muskelfasern bestimmt zu unterscheiden.

Ueber die Vertheilung der drei verschiedenen Klassen von Muskelfasern läßt sich nach unserm bisherigen Wissen Folgendes aussagen. Alle Muskeln des Kopfes, des Rumpfes und der Extremitäten, so wie die zu den äußeren Geschlechtstheilen, dem Endtheile des Mastdarmes gehörenden Muskulaturen und die Herzbildungen zeigen quergestreifte, die Mittelhäute des Darmes bis an die Afteröffnung, der Blase, der Geschlechtsröhren, der Drüsenausführungsgänge, der Gallenblase und die Iris haben einfache Muskelfasern. Muskulöse Fasern finden sich in den Blut- und den Lymphgefäßen, der Tunica dartos und anderen contractilen Häuten. Bemerkenswerthere Vorkommnisse und zum Theil wichtigere Ausnahmen dieser Regel sind die amphibole Natur der Fasern des Herzens bei niederen Wirbelthieren, während z. B. in dem der Crustaceen deutliche quergestreifte Fasern existiren, die einfachen Fasern des M. retractor penis des Pferdes, die des Sphincter ani internus, während die Fasern des Sphincter ani externus quergestreift sind, die neben den einfacheren Fasern der Iris existirenden zusammengesetzten des Crampton'schen Muskels bei Vögeln, die Existenz zusammengesetzter Muskelfasern in dem erectilen Gaumenorgane des Karpfens, die verschiedene Ausdehnung der quergestreiften Fasern in dem Oesophagus, die bei dem Menschen in der Regel in der obern Hälfte sich verlieren, während sie bei einzelnen Säugethieren z. B. dem Kaninchen, dem Schafe bis zur Cardia reichen, das Vorkommen quergestreifter Fasern in der Mittelhaut des Darmes des Flußkrebses, der Maulwurfsgrille, und

nach Reichert selbst von Cyprinus tinca, die Existenz zusammengesetzter Muskelfasern in dem innern Hodenmuskel des Igels u. dgl. mehr. Einzelne Abtheilungen wirbelloser Thiere haben in ihren willkürlichen Muskeln und in ihrer Herzbildung sehr ausgezeichnete, leicht zu beobachtende, quergestreifte Fasern. So die Crustaceen, Cirrhipoden, Insecten, Arachniden und einzelne Anneliden. Nach der Entdeckung von Eschricht gehören auch die Salpen hierher. Bei den Medusen, welche sonst keine zusammengesetzten Fasern darzubieten schienen, sah R. Wagner wahrscheinlich während der Contraction deutliche Querstreifen. Aehnliches beobachtete ich bei dem Seeigel, der sonst nichts der Art zu zeigen pflegt, und zum Theil bei dem Blutegel — Erfahrungen, die wiederum auf die temporäre Bildung der Qerstreifen hindeuten dürften. Sonst erscheinen die Muskelfasern der Wirbellosen, so weit man sie bis jetzt kennt, entweder als feine zellgewebeähnliche oder als granulirte Fäden oder als körnige oder umgekehrt als derbe oder vorzüglich nach Aufbewahrung in Weingeist steife Fasern, die sich oft zickzackförmig, im Zustande ihrer Reizbarkeit biegen und selbst z. B. bei den Cephalopoden querstreifenähnliche Linien darbieten können. Nach Erdl zerfallen die im unverletzten Zustande faserig nnd nicht quergestreift aussehenden Muskelfasern der Schnecken durch Druck in meist länglich viereckige Stücke von der Breite eines Faserbündels, welche an der Oberfläche ganz homogen sind und im Innern einen bald mehr, bald minder deutlichen Kern besitzen. Etwas Aehnliches findet sich vielleicht bei dem Pferde. Denn die Fäden gekochter Muskelfasern desselben zerfallen leicht, vorzüglich wenn sie dem peripherischen Theile der Faser angehören, durch Druck in quadratische Bruchstücke. —

11) Knorpel- und Knochengewebe.

Während die Knorpelmasse mancher wirbellosen Thiere z. B. der Decapoden einfacher erscheint, zeigt sich in den Knorpeln der Cephalopoden, der Wirbelthiere und des Menschen eine Menge eigenthümlicher, zellenartig oder kernartig gebaueter Körper, welche man mit dem Namen der Knorpelzellen oder Knorpelkörperchen bezeichnet. Neben ihnen bedingt die zwischen ihnen befindliche Grundmasse mehrfache Verschiedenheiten. Ist sie einförmig oder schwachkörnig, oder wird sie von wenigen Fasern durchzogen, so bezeichnet man die Knorpelsubstanz mit dem Namen des ächten Knorpels; bildet die Grundmasse auf eine später zu erwähnende Weise ein Netzwerk, so spricht man von Netzknorpel. Herrschen endlich Fasern vor, so daß sich zwischen ihnen nur wenig Knorpelsubstanz befindet oder fast nur Knorpelkörperchen erscheinen, so redet man von Faserknorpel. Dieser letztere kann dann durch vollständige Reduction der Knorpelmasse in Fasersubstanz übergehen. Gehört es zu dem normalen Entwickelungsgange eines Knorpels, daß er sich später in Knochenmasse umwandelt, so bezeichnet man ihn als einen ossificirenden, wenn nicht, als einen bleibenden Knorpel.

Die Knorpelkörperchen der ächten Knorpelsubstanz zeigen sowohl in Größe, als in Form und Inhalt eine sehr bedeutende Mannigfaltigkeit, die sich in ihren Gestaltverschiedenheiten größtentheils auf verschiedenartige Figuren endogener Zellenbildung reduciren läßt. Untersuchen wir ächten Knorpel des menschlichen Embryo oder des Neugeborenen (Fig. 83), so erscheinen die zahlreichen Knorpelkörperchen zum Theil rundlich, unregelmäßig länglich, rund, eiförmig, an einer Seite zugespitzt u. dgl., zum Theil lang fadenartig, oder in einen feinen Fadentheil auslaufend, oder eingeschnürt, oder fadig mit einem aufsitzenden

Köpfchen, keulenförmig, mit einem benachbarten Knorpelkörperchen verbunden oder von demselben nur durch einen schmalen Zwischenraum gesondert u. dgl. mehr. Diese verschiedenen, halb zelligten, halb fadigen Formen sieht man z. B. sehr schön in den Gelenkknorpeln des Oberschenkels eines 6monatlichen Embryo. Untersuchen wir dagegen ächte Knorpelsubstanz des Erwachsenen (Fig. 84), so ist das Bild ein ganz anderes. In der fein granulirten, an einzelnen Stellen granulirt faserigen oder von Fasern durchsetzten Grundmasse, welche bei noch warmen Leichen Hingerichteter und in frischen amputirten Gliedern diese granulirte Beschaffenheit ebenfalls darbietet, haben die Knorpelkörperchen an der Oberfläche (Fig. 84) meist längliche und schmale, bisweilen auch rundliche Gestalten und sind kleiner, als die mehr nach innen gelegenen verwandten Gebilde. Diese sind rundlich, länglich rund, bohnenförmig, kuppelartig mit querer geradlinigter Basis versehen, einer quer durchschnittenen Bohne oder Spindel gleich, zeilsemmelähnlich u. dgl. mehr, und liegen bald einzeln, bald mehrfach gruppirt, dann mit einzelnen Seiten constanter einander zugekehrt und nur durch schmale Zwischenräume von einander getrennt. Bei den kuppelförmigen bis halb spindelartigen, z. B. wenden die Knorpelkörperchen, wenn zwei von ihnen bei einander gruppirt liegen, ihre geradlinigten Basen einander zu. Zwei oder mehre einfachlänglich runde finden sich oft mit ihren Seitenflächen correspondirend an einander gelagert, oder so gruppirt, daß um sie leicht ein rundlicher bis länglichrunder oder sonst regelmäßig gestalteter Contour herumgehen kann u. dgl. mehr. Diese äußerst große Mannigfaltigkeit der Form, so wie der bald zu erwähnenden inneren Kernbildungen rührt davon her, daß wir hier verschiedene Stadien von endogenen Zellenformationen vor Augen haben. Häufig zeigt sich um ein Knorpelkörperchen oder um eine Gruppe derselben ein vollständiger oder unvollständiger heller Halo, der sich oft als ein einfaches oder mehrfaches queres Septum zwischen zweien oder mehren Knorpelkörperchen fortsetzt und wahrscheinlich meist die Begrenzungen der nächst in die Grundmasse eingehenden Zellen bestimmt. Die Kerngebilde sind rundlich, länglich rund, halbmondförmig, eckig, unregelmäßig gestaltet u. dgl., erscheinen oft mehrfach bald näher, bald entfernter in einer Mutterzelle, werden bald durch helle Zellensepta getrennt, bald nicht, und enthalten ein oder mehre, kleinere oder größere, runde oder länglichrunde, sinuose, halbmondförmige oder anders gestaltete mit dunkelen Schattenrändern, wie sie Oel hat, versehene Elemente oder einen granulirten Kern und oft neben beiden eine feinkörnige Substanz. Häufig schließt eine Mutterzelle schon knorpelkörperähnliche Kernkörper, die dann selbst erst Kerne mit den eben in diesen enthaltenen eben geschilderten Gebilden führen, ein. Bisweilen enthält auch ein Mutter- oder Tochterzellgebilde mehre Kerne u. dgl. mehr. Wir können uns alle diese einzelnen Varietäten in ihren speciellen Details durch das in der That bei der Entwickelung des Knorpels zu beobachtende Schema erklären. Es entstehen zuerst in der Grundmasse oder Intercellularsubstanz Zellen, in welchen sich neue Tochterzellen erzeugen, während die übrige Begrenzung der Mutterzelle nach Verdickung ihrer Substanz, vorzüglich an der Wandung, mit der Grundmasse verschmilzt. Ehe noch so die Zelle ganz unkenntlich geworden, kann selbst in den Tochterzellen neue Kern- und Zellenbildung entstehen. Nach der Art, wie aber dann die Tochterzellen im Verhältniß zu den Mutterzellen gruppirt erscheinen, stellen sich die oben berührten Verschiedenheiten ein. Ginge die Bildung einfach vor sich, so müßte jeder der hellen Ringe einem Contour der Mutterzelle, die mit der Intercellularsubstanz zu verschmelzen beginnt, entsprechen. Allein daß auch frühere Tochterzellen dazu gehören können, beweis't der Umstand, daß solche helle Strei-

sen, die z. B. bei den langen successiven Aggregationen von zweien oder mehren der auffallenden jüngeren Kern- oder Zellenbildungen als quere Scheidewände, bei anderen Formen als Zellenbegrenzungen erscheinen. Hieraus ergiebt sich aber die Variabilität der Benennung Knorpelkörperchen oder selbst Knorpelzellen, sobald man noch in situ befindliche festere Gebilde des Knorpels hiermit belegt, von selbst. In dem sogenannten Netzknorpel, z. B. des menschlichen äußern Ohres, tritt in der Grundsubstanz, die sich hier nicht sowohl körnig, als auf eigenthümliche Weise körnig faserig bis schwach varicös faserig zeigt, die Netzverbindung mit den dazwischen befindlichen meist rundlichen bis länglich runden Maschen vorzüglich hervor. In den letzteren erscheinen dann theils schon in frischem Zustande, theils nach Anfeuchtung mit Kali Knorpelkörper mit Kernen oder auch selbst mit Einschachtelungsbildungen. Die eigenthümliche oben erwähnte Beschaffenheit der Grundmasse aber rührt davon her, daß neben der gewöhnlichen hellen Grundsubstanz des Knorpels feine und scheinbar etwas steife Fasern existiren. Von diesen beiden Bestandtheilen herrscht nach Verschiedenheit der Stellen bald der eine, bald der andere mehr vor. An einzelnen Punkten zeigt sich die Grundmasse so feinstreifig, daß man nur gewissermaßen eine Tendenz zur Faserbildung, aber noch keine gesonderte Fasern in ihr erkennt. In der ächten Knorpelsubstanz des Schildknorpels z. B. finden wir ebenfalls, wie später angeführt werden wird, einzelne Anhäufungen solcher dem freien Auge gelblich erscheinender Fasern. In den Faserknorpeln selbst endlich prävalirt die Fasersubstanz bedeutend und überwindet zuerst die Grundmasse und später die Knorpelkörperchen, die dann z. B. in dem Tarsus des Auges so reducirt sein können, daß sie nur bei sorgfältigem Suchen und selbst dann nicht stets gefunden werden. Die Fasern selbst können noch eigenthümlich bleiben oder in Zellgewebefasern übergehen, so wie die Knorpelsubstanz selbst allmälig in ein Fasergewebe einen unmerklichen Uebergang darzustellen vermag. Im Allgemeinen gehören bei dem Menschen und den höheren Thieren die Trochlea, die knorpeligen Theile der Sklerotica der Vögel, Reptilien, Fische und Cephalopoden, der Tarsus im Auge des Pferdes, die Nasenknorpel, die Rippenknorpel, der Brustbeinknorpel, der Schildknorpel, der Ringknorpel, die Gießbeckenknorpel, die Corpuscula triticea, die Knorpelringe und Ringstücke der Luftröhre und der Bronchien und die Gelenkknorpel zu den ächten Knorpeln, obgleich schon vorzüglich in dem Rippenknorpel, dem Schildknorpel u. dgl. Faserbildung auftritt. Zu den sogenannten Netzknorpeln rechnet man den Knorpel des äußern Ohres und zum Theil der Eustachi'schen Trompete, Stellen des Kehldeckels (und auch selbst des Tarsus), zu den Faserknorpeln endlich den Tarsus, die knorpelige Eustachi'sche Trompete, den Kehldeckel, die Santorini'schen und Wrisberg'schen Knorpel (die Zwischengelenkbänder, die Synchondrosen) und nach Henle die Cartilago interarticularis des Sternoclaviculargelenkes und die knorpeligen Ueberzüge der Gelenkflächen des Unterkiefers des Menschen. Die Entwickelung der ächten Knorpelsubstanz erfolgt im Allgemeinen dadurch, daß sich in der Grundmasse Zellen ablagern und auf die oben angedeutete Art durch Production von Zellen in Zellen vermehren, während auch secundär neue Zellen in der zwischen jenen Mutterzellen befindlichen Intercellularmasse entstehen können. In Betreff des Speciellen der hierher gehörenden Beobachtungen muß ich vorzüglich auf Schwann: mikroskopische Untersuchungen S. 17 ff. und C. Vogt: Untersuchungen über die Entwickelung der Geburtshelferkröte, Solothurn 1841. 4. S. 64. verweisen.

Das spec. G. des ächten Knorpels beträgt nach Schübler und Kapf 1,15—1,16, nach Krause dagegen nur 1,0883. Ueber seine chemischen

Reactionserscheinungen, so wie über die Eigenschaften des aus ihm durch Kochen mit Wasser zu erhaltenden Chondrin s. die bekannten chemischen und allgemein anatomischen Lehrbücher.

Die Knorpel werden im Allgemeinen da hergestellt, wo nicht zu weiche und doch elastisch nachgiebige Theile nothwendig sind und enthalten nach Maßgabe dieses Bedürfnisses bald nur ächte Knorpelsubstanz, bald nur eine Mischung dieser und einer der beiden Hauptarten der genannten Fasermassen, welche den Faserknorpel bilden helfen. So leicht auch sonst bleibende Knorpel in Verknöcherung übergehen können, so leicht sich pathologischer Weise Knorpelsubstanz bildet, so findet doch keine Regeneration permanenter Knorpel Statt. Verwundungen derselben heilen durch Narbenfasern. Nur der Knochenknorpel stellt sich als eine dem Callus vorausgehende Bildung leicht wieder her.

In dem Knochen begegnen wir zunächst einem eigenen Kanalsysteme, dem der Markkanäle, deren Größe und Ausdehnung zwischen sehr bedeutenden Grenzen schwankt. Im Innern der großen Röhrenknochen erscheint eine mehr oder minder bedeutende Markhöhle; in der sogenannten schwammigten Substanz erblicken wir eine Menge größerer und kleinerer Markräume, welche sich unter einander mannigfach verbinden und zwischen denen die solide Knochenmasse in Form größerer und kleinerer, dünnerer oder stärkerer Bälkchen erscheint. In der scheinbar compacten, dichten Knochensubstanz endlich gewahren wir eine größere oder bei bedeutenderer Dichtheit eine nur äußerst geringe Quantität von Markkanälchen, welche sich durch Queräste netzförmig verbinden und hierbei oft sehr charakteristische Formen bilden. Die größeren so wie die kleineren Markräume enthalten ein deutliches Fasergewebe, welches sich an der Oberfläche als sogenannte Markmembran darstellt, reichliches Fett an sich und in seinen Maschenräumen beherbergt und als Bett der Blutgefäße dient. Außerdem finden sich noch, vorzüglich in den platten Knochen, engere Breschet'sche Kanäle für die in ihnen verlaufenden Venenstämme. Auch die feinsten mikroskopischen Markkanälchen enthalten einerseits häufig Fettablagerungen, während anderseits nach Injection eines Knochens Masse in viele derselben dringt. Im jungen, in seiner Bildung begriffenen Knochen scheinen alle, oder wenigstens der größte Theil der reichlich existirenden Markkanälchen Blutgefäße zu führen. Um nun den feinern Bau der Knochensubstanz kennen zu lernen, dienen drei einander wechselseitig ergänzende Methoden: 1. Die Untersuchung feiner durchsichtiger Schliffe von frischen oder von getrockneten Knochen. 2. Die Beobachtung solcher Präparate, nachdem sie verascht worden und die Erforschung des Baues der knorpeligen Substanz, des sogenannten Knochenknorpels, der nach vorsichtiger Extraction eines Knochens mit verdünnter Säure übrig bleibt. Untersuchen wir zunächst einen feinen Querschliff der dichten, noch mit mikroskopischen Markkanälchen reichlich versehenen Knochensubstanz, so erscheint uns um jedes meist rundliche bis länglichrunde Lumen eines Markkanälchens eine größere oder geringere Menge mehr oder minder concentrischer Ringe, als die Grenzen der einzelnen Knochenlamellen. Diesen Ringen mehr oder minder gleichartig verlaufen die in einzelnen Distanzen gestellten meist spindelförmigen bis unregelmäßig rundlichen , sternförmigen, wie aus mehrfachen Ringen zusammengesetzten, zackigen, seltener genauer runden und sehr selten eckigen bis polygonalen, an fliegende Mücken erinnernden Knochenkörperchen, welche bei durchfallendem Lichte dunkel, bei auffallendem mehr kreideweiß bis grauweiß erscheinen. Von diesen gehen dann vorn und hinten und vorzüglich von beiden Seiten die kalkführenden Kanälchen aus und schneiden, da sie größtentheils von den Seitenflächen der Knochenkörperchen auslaufen, die Lamellen mehr oder minder senkrecht. (Fig. 87)

Oft sind die an den Enden hervortretenden Kanälchen etwas stärker, als wenigstens die meisten der seitlichen. Jedes einzelne Markkanälchen wird aber nur bis zu einer gewissen Distanz hin von concentrischen Lamellen umgeben. Ueber diese Grenze hinaus erscheinen in der Regel anders laufende Blätter, welche meist einem andern nicht quer durchschnittenen Markkanale angehören oder durch andere Verschmelzungsbildungen zu entstehen scheinen. Bei Schliffen, welche dem Laufe der Markkanälchen parallel gehen, sieht man auch die Knochenblätter in ähnlichen parallelen Richtungen hingehen, während die Knochenkörperchen longitudinal gestellt sind. (Fig. 86) Die von ihnen ausgehenden Strahlen laufen meist quer bis dicht an den Markkanal hinüber und anastomosiren häufig unter einander zu mannigfachen Netzen. Bisweilen scheinen sogar einzelne in ihn zu münden, gehen wenigstens bis in den Rand des Kanals hinein. Bisweilen findet sich an dem Rande des Markkanals ein eigenes longitudinal hinstreichendes Maschenwerk von Kalkkanälchen oder es gehen durch das Schleifen abgebrochene Längskanälchen längs desselben hin. (Fig. 86 *d e*) Schief durchschnittene Markkanäle stellen sich gebogen zuckerhutförmig und in anderen leicht erklärlichen Gestalten dar. Schon bei Betrachtung des Knochenknorpels, in welchem durch die Auflösung der Kalkerde die kalkführenden Kanälchen sehr undeutlich und oft ganz unkenntlich geworden sind, bemerkt man, daß die dann hellen und durchsichtigen Knochenkörperchen Höhlungen bilden, welche gleich den kalkführenden Kanälchen ihre körnige Ablagerung verloren haben. Untersuchen wir frische Schliffe von Knochen, welche weniger reich an Kalkerde, rhachitisch, cariös, erweicht u. dgl. sind, so finden wir oft helle Körperchen und helle von ihnen ausgehende Strahlen, welche uns auch zur Ueberzeugung führen, daß beide hohle Räume, in welchen eine körnige Kreidemasse liegt, darstellen. Dasselbe bestätigt auch einerseits die Behandlung mit Säuren unter dem Mikroskope und anderseits das Studium von veraschten Knochenschliffen. Hierdurch gewinnt man immer mehr die Ueberzeugung, daß ein großer Theil der Erdsalze des Knochens chemisch an den Knochenknorpel gebunden, daß aber eine um so größere Menge von ihnen mechanisch in den Knochenkörperchen und den Strahlen derselben enthalten ist, je kalkreicher und fester der Knochen selbst erscheint. Die erste Ablagerung dieser Kreidekörnchen erfolgt an den Wandungen, wie man bei unvollständig gefüllten Knochenkörperchen und selbst breiteren Stellen der Kanälchen unter stärkeren Vergrößerungen unmittelbar sieht, und wie Bruns aus der Erfahrung, daß angeschliffene Knochenkörperchen oft eine oder mehre helle, bisweilen von vollständigen oder unvollständigen, einfachen oder doppelten Ringen umgebene Wandungen haben, mit Recht schließt. Bisweilen erscheinen auch solche Knochenkörperchen als ein bloßes mit rundlichen Maschenräumen versehenes Netzwerk von Kanälchen, oder einfach, aber an beiden Seiten hell, in der Mitte dagegen dunkel oder mit vollständiger halb abgeschliffener oberer oder unterer Wandung u. dgl. mehr.

Wenn wir aber auch die Markkanälchen, die Knochenlamellen und die Knochenkörperchen mit ihren kalkführenden Strahlen als die wesentlichen Elemente jedes Knochens betrachten müssen, so entstehen doch bei Thieren, vorzüglich bei Fischen, durch das einseitige Vorherrschen eines dieser Elemente Gestalten, die sonst bei den Knochen nicht vorkommen. In den Wirbeln des Hechtes z. B. treten die einzelnen Knochenkörperchen besonders hervor und haben keine in reichlichem Maße von ihnen ausgehende Strahlen, sind jedoch oft spindelförmig oder den sogenannten embryonalen Zellenfasern nicht unähnlich. In den Schädelknochen des Welses dagegen trifft man das Umgekehrte. Die meist wenig gefüllten Knochenkörperchen haben so reichliche in schönen Verästelungen verlaufende

und sich in mannigfachen Bogen verbindende kalkführende Kanälchen, daß alle Theile des Knochens auf den ersten Blick nur von diesen zierlichen Netzwerken durchzogen zu sein scheinen. Auf den Fall, wo die Markkanälchen selbst sich verästeln und endlich selbst in sehr feine, anastomosirende kalkführende Kanälchen übergehen, werden wir bei dem Zahngewebe zurückkommen.

Der Übergang des ossificirenden Knorpels in Knochensubstanz und der Ossificationsproceß überhaupt tritt nicht bloß durch chemische und mechanische Ablagerung von Kalk- und Erdsalzen in den Knochenknorpel, sondern auch durch organische Metamorphosen in diesem selbst ein. Wie schon erwähnt, bietet der embryonale Knorpel des Menschen eine Menge von rundlichen, häufiger geschwänzten oder faserähnlichen Knorpelkörperchen dar. Diese liegen in dem nicht in Ossification übergehenden Knorpel ohne auffallend reguläre Ordnung zerstreut. Wie man aber auf senkrechten durch einen ossificirenden Knorpel geführten Schnitten sieht, ändert sich dieses in der Nähe der Ossificationsstelle. Die Knorpelkörperchen erscheinen haufenweise so gruppirt, daß längliche Spalten zwischen ihnen übrig bleiben. An dem Rande des schon zum Knochen umgebildeten Theiles zeigen sich statt der Spalten knochigte Blätter, während die Knorpelkörperchen selbst allmälig in Knochenkörperchen übergehen. Die Anwendung stärkerer Vergrößerungen belehrt uns einerseits über das Genauere dieses Processes und giebt anderseits zugleich die Möglichkeit an die Hand, die Kernnatur dieser Knorpel- und Knochenkörperchen evident wahrzunehmen. Auf ganz dünnen Schnitten nämlich erkennt man schon in dem Theile des Knorpels, in welchem die Knorpelkörperchen ohne auffallende Ordnung gestellt sind, daß ein rundliches Körperchen der Art von einer hellen, in die Grundmasse eingebetteten Zelle umgeben wird. An denjenigen Stellen, an welchen die oben erwähnte regelmäßige Gruppirung der Knorpelkörperchen anfängt, erscheinen um einzelne oder mehre derselben deutlichere Zellen, bis endlich an dem Uebergange in die Knochensubstanz die oben erwähnten Spalten und ihre Fortsetzungen die härteren Balken, die Seitenwände eines vollständigen Netzwerkes, in welchem um jedes Knorpelkörperchen eine deutliche Zelle existirt, darstellen. Diese letzteren Zellen liegen meist zu zwei oder mehren, so daß mehr oder minder ein bestimmtes geründetes Ganze herauskommt. Verfolgt man sie nach oben, gegen die Oberfläche des Knorpels hin, so sieht man, daß sich die die Knorpelkörperchen umgebenden Zellen immer verkleinern, diese immer enger umschließen und endlich ganz unkenntlich werden. Die Knorpelkörperchen selbst werden in den Gruppen immer sparsamer, rücken genauer aneinander und liegen oft zu zwei gleich zwei Spindeln oder zwei Brodten dicht beisammen, bis sie endlich ganz einfach erscheinen. Oft liegt neben einem dunkeln rundlichen Körperchen ein helles, während beide in einer gemeinsamen hellen Zelle eingeschlossen werden; bisweilen erscheint ein Köpfchen von seinem Schwanze getrennt u. dgl. mehr. Ein gutes Mittel, die Knorpelkörper deutlicher zu machen, bildet kaustisches Ammoniak. Einzelne von ihnen erscheinen dann hufeisenförmig, halb gespalten getheilt, u. dgl. Es scheint mir daher nach diesen Thatsachen, welche z. B. nach dem ossificirenden Epiphysentheile der untern Partie des Oberschenkels eines menschlichen 6monatlichen Embryo entnommen werden, eine zum Theil mit den Angaben von Meyer in Tübingen übereinstimmende Vorstellung des Ossificationsprocesses möglich. Die Knorpelkörperchen, welche zuerst als Kerne von Zellen erscheinen oder facultativ solche sind, vermehren sich durch Theilung oder auf andere Weise. Es bildet sich dann um jedes neue so entstandene Knorpelkörperchen eine Zelle, welche Tochterzellen sich später vergrößern, während die sie umgebenden, wahrscheinlich aus schichtenförmigen Verdickungen der Wan-

dungen der Mutterzellen bestehenden Gebilde jene oben erwähnten Spalten hervorrufen. Allmälig wird das Netzwerk dadurch stärker, daß auch die Wandungen der Tochterzellen in denselben Proceß gezogen werden, streifig erscheinen und oft in die mehr longitudinell verlaufenden Balken mehr direct übergehen. Diese nehmen zunächst Kalkmasse auf und werden knöchern, so daß die erste Knochenmasse ein Gitterwerk darstellt, dessen Zwischenräume an vielen Stellen deutlich die letzten Knorpelkörperbildungen, die als Kerne in hellen sie umgebenden Zellen liegen, enthalten. Seltener erscheinen zwei Kernbildungen in einer Zelle. Während nun ein großer Theil der letzteren zu schwinden scheint, verwandeln sich andere in die von Gerber sogenannten Knochenzellen. Wie nämlich die Balken, wenn sie ossificiren, ein granulirtes Aussehen annehmen und dunkel werden, so werden auch die Knorpelkörperchen fester und erscheinen oft von ihrer granulirt werdenden Zelle umgeben. Die erste Knochenmasse bildet so ein kalkiges granulirtes Balkennetzwerk, in und an welchem man noch oft Knochenzellen und Knochenkerne erkennt. Erst durch die Mittelstufe eines solchen Netzwerkes, welches von zahlreichen ernährenden Blutgefäßnetzen durchzogen wird, geht die Knochenmasse, selbst wenn sie compacter wird, hindurch. Zuerst tritt spongiöse Substanz auf und füllt sich dadurch, daß sich an den Knochenbälkchen immer mehr neue Knochenzellen erzeugen. Sehr schön sieht man dieses an dünneren Knochen, z. B. den Muschelbeinen junger Wiederkäuer, vorzüglich sobald man sie trocknet und dann unter Terpenthinöl untersucht. Allein auch an den neugebildeten Knochen menschlicher Embryonen lassen sich Erfahrungen der Art machen. Schon an frischen Theilen junger Knochen fallen helle, unregelmäßig rundliche, hohle Körper, die allmälig deutlich in die wahren Knochenkörperchen übergehen, auf. Bisweilen wird dann um sie die umgebende Knochenzelle kenntlich; daß aber auch sie vielleicht, ähnlich den Knorpelkörperchen, durch Theilung und durch Bildung von Zellen in Zellen vermehrbar sei, deutet der Umstand an, daß man bisweilen zwei bis mehre dicht bei einander erblickt. Erfolgt die theilweise Obliteration vieler mit Blutgefäßen versehener Knochenkanälchen durch neuen Ansatz von Knochenzellen nicht, so entsteht wahrscheinlich die als Osteoporosis regularis beschriebene Krankheitsform, so wie umgekehrt aus einer pathologischen Vergrößerung dieses Processes die elfenbeinartige Verhärtung des Knochens hervorgehen kann. Die anfangs mehr dem Rundlichen sich annähernden, obgleich fast durchgängig unregelmäßigen und zum Theil schon zackigen Knochenkörperchen treiben wahrscheinlich innerhalb der verschmolzenen Knochenzellen [1]) Aeste, werden allmälig dunkler und erlangen endlich in vorherrschender Menge ihre mehr längliche schmale Gestalt. Auch die Grundmasse des Knochens verändert sich auf eine durch Worte schwer auszudrückende Art. Sie wird weniger granulirt und mehr schuppig als faserig. Wahrscheinlich auf ähnliche Weise erfolgt auch der Verknöcherungsproceß bei der Callusbildung und bei der krankhaften ächten Knochenmasse, während knochenähnliche Bildungen in knochenkörperähnliche Höhlungen und Spalten Kalksubstanz mechanisch aufnehmen können, ohne daß eine vollständige Knorpel- und Höhlenformation vorausgeht. Verliert ein Knochen an einer Stelle durch Erweichung, durch Caries u. dgl. seine Kalksalze, so werden die kalkfüh-

[1]) Bisweilen nämlich erkennt man um das Knochenkörperchen mit seinen strahlig ausgehenden Aesten einen mehr oder minder deutlichen Zellencontour. Interessant ist es, daß Henle schon etwas Aehnliches an Knorpelkörperchen der Epiglottis wahrgenommen hat.

renden Strahlen und die Knochenkörperchen allmälig hell und durchsichtig, ehe die Grundmasse selbst angegriffen wird.

Außer den Blutgefäßen und Nerven, welche in den Knochen enthalten sind, bildet der Knochenknorpel, der nach den Beobachtungen von Joh. Müller bei dem Kochen in Colla und nicht in Chondrin aufgelös't wird, die organische Grundlage, während eine größere Menge von feuerbeständigen Salzen die Härte und Festigkeit dieser Gebilde hervorruft. Nach Berzelius beträgt die Menge der feuerflüchtigen Bestandtheile der Menschenknochen 33,40%. Doch sind die Quantitäten nach den Erfahrungen von Berzelius, Lassaigne, Sebastian, Rees und mir nach den einzelnen Knochen (und den einzelnen Thieren) schwankend. Dichte Knochensubstanz enthält mehr Asche, als Marksubstanz. 100 Theile Asche von menschlichen Knochen gaben Berzelius 86,4% basisch phosphorsaure Kalkerde und Fluorcalcium, 9,3% Kalk, 0,3% Talk, 2,0% Natron und 2% Kohlensäure. In der Asche der Tibia eines gesunden 30jährigen Mannes z. B. fand ich 85,40% basisch phosphorsauren Kalk, 12,37% kohlensauren Kalk, 0,41% phosphorsauren Talk, 1,47% Chlornatrium und 0,33% kohlensaures Natron.

Bei dem halbweichen Zustande der meisten thierischen Theile gewähren die Knochen dem ganzen Körper Form und Haltung und dienen zugleich einerseits als dichte Behälter, um zartere Theile zu bergen und anderseits als Hebel für die Action der Muskelbewegung, indem sie zugleich durch ihre Starrheit der ungezügelten Contraction der Muskeln einen Widerstand entgegensetzen.

Anhang. — Bei den wirbellosen Thieren werden die Hartgebilde, so viel wir bis jetzt wissen, durch andere Theile, als durch die wahren Elemente der Knochensubstanz hervorgebracht. Abgesehen von den schon bei dem Horngewebe erwähnten hornigen Hartgebilden gehören hierher z. B. der Sepienknochen, der schon dem freien Auge einen lamellösen Bau darbietet, keine wahre Knochenstructur, sondern eine mehr granulirte Masse zeigt und von dem Schliffe oft ein zierliches Gitterwerk unter dem Mikroskope erkennen lassen. Die Hartgebilde von Krebsen bestehen aus Schichten von sogenannten Röhrchenmembranen, d. h. Anhäufungen polyedrischer Zellen, in welchen außer der chemisch gebundenen kohlensauren Kalkerde noch solche mechanisch in Röhrchen, die gleich den Porenkanälen der Pflanzen in den Wandungen stehen, abgelagert ist. Die speciellen Details des Baues der Schneckengehäuse und der anderen härteren Theile sind noch nicht genauer untersucht. In der Schaale der Mießmuschel besteht die innere perlmutterartige Substanz aus über einander liegenden, gebogenen Blättern, welche theils fast parallele, theils unregelmäßige Wellenlinien erkennen lassen. Die äußere gelbe Substanz zeigt krystallinische polyedrische Faserbündel, welche an ihren Endflächen pflanzenzellgewebeähnliche Figuren darstellen. Bei den Echinodermen werden die kalkigen Theile durch oft sehr zierliche Formen und Gruppen von Kalknetzen hervorgebracht. Solche beginnende Kalkablagerungen in Form von Streifen, Keulen, Gabeln, einfacheren oder zusammengesetzteren Netzen finden sich auch in vielen inneren Organen in oft mikroskopisch kleinen Partien abgelagert. Bekannt sind endlich die Kieselpanzer der Infusorien mit ihren zierlichen Warzen, Knöpfchen, Streifen, Kerben und anderen mannigfachen, ihre Gestalten dem Auge so angenehm machenden Figuren.

12. Zahngewebe.

In den ausgebildeten nicht hornigen Zähnen sind einerseits der Schmelz und anderseits das Zahnbein oder Elfenbein mit seiner ächten Zahnsubstanz und seinem Cämente zu unterscheiden. Da die Mannigfaltigkeit der Bildungen,

welche rücksichtlich der Form und Ausdehnung dieser Elemente bei den Thieren vorkommen, eben so groß, als bei dem Knorpel- und Knochengewebe ist, und eine Darstellung selbst der merkwürdigsten Punkte zu weit führen würde, so werden wir hier nur vorzugsweise den Menschen und einzelne Haussäugethiere berücksichtigen, müssen aber wegen der übrigen die Thiere betreffenden Punkte besonders auf die in dieser Hinsicht ausführlicheren Arbeiten von Retzius, Owen und Erdl verweisen.

Bekanntlich bildet die ächte Zahnsubstanz oder das Zahnbein die innere Hauptmasse des Zahnes, während bei dem Menschen der Schmelz die Krone, der Zahnkitt oder der Cäment als eine viel dünnere Lage den Alveolartheil des Zahnes überzieht. Der letztere kann dann schon bei dem Menschen wuchern, erscheint aber bei vielen Thieren allein oder neben einer noch specieller zu erforschenden braunen Substanz reichlicher. Am anschaulichsten werden diese Substanzen bei dem Menschen vorgeführt, sobald man einen feinen Längenschliff eines Schneide- oder Eckzahnes untersucht. An einem Präparate der Art sehen wir nun bei schwacher Vergrößerung, daß in der ächten Zahnsubstanz dicht gedrängte faserartige Gebilde, die Zahnröhrchen von der Zahnhöhle aus nach der Oberfläche gegen Schmelz und Cäment hin und zwar so streichen, daß sie gegen die Kronenspitze des Zahnes hin mehr senkrecht stehen, weiter nach abwärts schiefer, endlich horizontal werden und gegen die Wurzelspitze hin eine mehr nach abwärts gehende Richtung annehmen. Die durch das Schleifen mit Spalt- oder mit Rißflächen versehene Schmelzsubstanz wird nach unten dünner und hört an dem Halse auf, um der sehr dünnen Lage von Cäment, welche den Wurzeltheil des Zahnes bekleidet, Platz zu machen oder es greift wohl auch, jedoch selten die Cämentschicht über das untere Ende der Schmelzlage über. Mehrwurzelige Zähne erscheinen gewissermaßen als Verschmelzungsbildungen so vieler einwurzeligen als Wurzeln vorhanden sind. Nur stehen die Zahnröhrchen gegen die Kaufläche und die mehr horizontale Alveolarfläche hin mehr senkrecht. Betrachten wir nun solche Schliffe unter stärkerer Vergrößerung, — wobei das Befeuchten mit Terpenthinöl, wie bei Knochen und Horngebilden, sehr gute Dienste leistet, — so sieht man zunächst, daß die Zahnröhrchen einerseits größere Biegungen bilden, anderseits aber an und für sich nicht gerade und steif, sondern wellig verlaufen (Fig. 88). An vielen Stellen erscheinen sie als hohle, von Doppellinien begrenzte Kanälchen, die bei Mangel an Füllung ganz hell, bei Anfang derselben an den Rändern, bei vollständigerer Ablagerung von Kalkmasse mit sehr deutlich erkennbaren, bisweilen successiv hinter einander liegenden Kalkkörnchen gefüllt sind. Nach Retzius öffnen sie sich nach innen in der Alveolarhöhle. Nach außen dagegen werden sie zarter, theilen sich auf ihrer Bahn von innen nach außen nicht selten gabelig und gehen oft am Rande in eine Menge feiner zierlicher Büschelzweige aus. Hierbei anastomosiren sie nicht selten unter einander. Ja es entstehen, wie schon Erdl gesehen hat und ich selbst ebenfalls z. B. in der Wurzel des menschlichen Schneidezahnes beobachtet habe, Umbiegungen der Kanälchen, die in ihrer Form ganz an die Endumbiegungsschlingen der Nerven erinnern. Oft bilden Zweigchen eines und desselben Astes solche Netze und Schlingen, die häufig an dem Cämente feiner sind, während sich noch zum Theil stärkere Röhrchen bis zur Schmelzsubstanz erstrecken. Schon an fortlaufenden Röhrchen, z. B. von Querschliffen des Kronentheiles eines menschlichen Backenzahnes erkennt man bisweilen nach außen von den Begrenzungslinien ihres Lumens einen hellen Streifen. Häufig sieht man eine vollständige helle Umgebung an Röhrchen, welche durch den Schliff quer bis schief durchschnitten sind und wo dann die gefüllten Röhr-

chen wie schwarze rundliche bis eckige Punkte, die halbgefüllten heller mit meist dunkeleren Rändern und die entleerten noch heller erscheinen und wo sich die Regularität der Stellung von allen auf eine sehr zierliche Weise kund giebt. Ob diese hellen, nur sehr inconstant und an einzelnen Schliffen gar nicht zu beobachtenden Ringe durch die selbstständige Wandung der Zahnröhrchen hervorgerufen werden, ist noch sehr zweifelhaft. Meistentheils ist, wenn man natürlich von den durch das Schleifen entstehenden Strichen absieht, die zwischen den Zahnröhrchen befindliche Grundsubstanz einfach. Doch erschienen mir auch schon an einzelnen Stellen von Schliffen des Kronentheiles menschlicher Backenzähne bei beschattetem Lichte feine auf eine Zusammensetzung aus Fasern hindeutende Linien, welche sehr dicht bei einander und in derselben Richtung, wie die beiden benachbarten Zahnröhrchen verliefen. Henle hat einen solchen feinfaserigen Bau der Grundsubstanz durch seine an dem durch Säure dargestellten und dann in Wasser macerirten Zahnknorpel gemachten Studien specieller nachgewiesen. Es zeigten sich dann bei dem Abreißen gegen die Oberfläche hin keilförmige Fasern, welche aus mikroskopischen blassen, an den Rändern rauhen, körnigen, in Essigsäure unlöslichen Fasern bestehen. Ganz so mit Ausnahme dessen, daß mir ihre Plattheit nicht ganz deutlich wurde, daß sie aber auch mich durch ihre Form an Linsenfasern erinnerten, beobachtete ich sie nach Erweichung des Zahnes durch verdünnte Salpetersäure. Zugleich ereignet sich hier nicht selten, daß an den Rißflächen einzelne Zahnröhrchen hervortreten und so die Selbstständigkeit ihrer Wandungen manifestiren.

Die Cämentsubstanz des Menschen erscheint als eine helle Masse, in welcher Knochenkörperchen mit kalkführenden Strahlen liegen (Fig. 89.). Sie gleichen rücksichtlich ihrer Verbreitung und ihres Inhaltes ganz den gewöhnlichen Knochenkörperchen. Nur zeigen sie sich öfter rundlich, einseitig geschwänzt, eckig u. dgl. Die zahlreich von ihnen auslaufenden und sich unter einander häufig verbindenden Kanälchen bieten nicht selten etwas Perückenartiges dar. Ihre Füllung und ihre Menge ist sehr verschieden. Markkanälchen finden sich in dem (in keiner Wucherung begriffenen) menschlichen Cämente nicht[1]), stellen sich dagegen z. B. in dem des Pferdes auf eine sehr schöne Weise dar. Obgleich hier um diese schon deutliche Knochenblätter concentrisch erscheinen, so ist doch oft die Schichtung und der lamellöse Bau minder auffallend, als in den Knochen, während wir anderseits auch bei gesunden Pferdezähnen viele Knochenkörperchen leer und ohne sehr in die Augen fallende Kalkkanälchen, andere allein mit Knochenerde dicht gefüllt, noch andere mit gefüllter eigener Höhle und vollen Strahlen vorfinden. Diese verschiedenen Formen sind bald mehr gruppenweise vertheilt, bald finden sie sich vereinzelt dicht neben einander. An ihnen erhält man oft besonders deutlich Anschauungen, welche beweisen, daß der in den Höhlungen der Knochenkörperchen enthaltene Kalk sich zuerst an der inneren Oberfläche der Wandungen absetzt. Auf Längenschnitten des Schneidezahnes des Pferdes erscheinen vorzüglich nach Befeuchtung mit Terpenthinöl, die Knochenkörperchen häufig von zellenartigen Ringen umgeben. Bisweilen liegen auch zwei zum Theil noch zusammenhängende Knochenkörperchen in Einer Zelle. Diese Anschauung stellt sich vorzüglich leicht nach innen gegen die Außenfläche der ächten Zahnsubstanz hin dar. Zwischen Schmelz und Cäment findet, wo sie zusammenstoßen, kein merklicher Uebergang Statt, viel-

---

[1]) In einem angeblich von einem menschlichen Backenzahne herrührenden Präparate unseres Museums sind jedoch auch solche vorhanden.

mehr greifen beide Substanzen da, wo sie an einander grenzen, mit entgegengesetzten Wellenzacken in einander. Dagegen sehen wir eben schon in dem Schneidezahne des Pferdes mit Kalk gefüllte Zweigchen der Zahnröhrchen in der Cämentsubstanz verlaufen, und sich theils unter einander, theils wahrscheinlich mit kalkführenden Strahlen der Knochenkörper verbinden, obgleich auch hier noch eine wellig zackige Grenze zwischen beiden Substanzen existirt. Erinnern wir uns nun dessen, was bei den Knochen über das Verhältniß der Knochenkörperchen und der kalkführenden Strahlen angeführt worden und bedenken wir, daß in der Thierwelt die Zahnröhren und die Strahlungen der Knochenkörperchen so oft in einander übergehen, so werden wir zu der Ueberzeugung gelangen, daß ächte Zahnsubstanz, Cäment und Knochensubstanz drei vorzüglich durch ihre Höhlensysteme verschiedene Modificationen eines allgemeinen Gewebtheiles, bei welchem die reichlich angezogenen Kalksalze zunächst chemisch gebunden und in ihrem Ueberschusse in die gerade vorhandenen Höhlen mechanisch, wie die festen Salze in einer übersättigten Solution niedergelegt werden, sind.

Ganz verschieden dagegen erscheint der Schmelz, welchen eigenthümliche, solide Fasern, die sogenannten Schmelzfasern, zusammensetzen. Wo er dem Laufe seiner Fasern entsprechend durchschnitten ist, erscheinen diese dicht, steif und geradlinigt bis gebogen an einander liegend und zeigen oft an sich quere Streifen, welche zunächst an die ähnlichen Gebilde der Linsenfasern erinnern. Bei schiefen Durchschnitten sieht man schiefe wellig bis winkelig in einander greifende dunkele Randlinien. Auf queren Schliffen sind sie nicht selten eckig und aus der Betrachtung isolirter Prismen scheint zu folgen, daß sie dann sechsseitige Gestalten oder ähnliche Figuren bilden. Läßt man einen Zahn einige Zeit in verdünnter Salzsäure liegen und untersucht die theils von selbst abgehende, theils leicht abschabbare gallertartiger Kieselsäure nicht unähnliche Masse, so findet man nicht selten Faserfragmente, die ganz wie eine Oscillatorie in kurzen Distanzen folgende Quersepta haben, zum Belege, daß diese wahrscheinlich nicht von aufliegenden feineren Fasern herrühren. Diese eng an einander gefügten Schmelzfasern bilden die harte und spröde und regulär springende Schmelzsubstanz, welche schon nach außen nicht eben ist, nach innen dagegen wellige Zacken darstellt, um zwischen die Erhabenheiten der ächten Zahnsubstanz einzugreifen. Zwischen beiden erscheint bisweilen, wie zwischen dem Zahnbeine und dem Cäment, ein structurloser oder mit einzelnen durch das Schleifen abgebrochenen verschiedenartigen kalkführenden Kanälchen versehener Streif. — Von der Structur des Zahnsäckchens (des Menschen) wird in dem dritten Abschnitte gehandelt werden.

Die Entwickelungsverhältnisse der Zahngewebe hängen mit der noch nicht genügend klar gekannten Entwickelungsweise der Zähne innig zusammen und sind daher auch noch sehr dunkel. Berücksichtigen wir dasjenige, was oben über die Verwandtschaft der Zahnröhrchen mit anderen Höhlungen der Knochen gesagt worden, so ließe sich erwarten, daß sie auch auf ähnliche Weise entständen, daß die Höhlen durch Theilung der Kerne und durch Formation von Zellen in Zellen, so wie durch longitudinale Verschmelzung der letzten, gleichsam als der Knochenkörperchen der Pulpa entstehen. Allein nach den Untersuchungen von Purkinje, Raschkow und Schwann scheinen sie vielmehr durch longitudinale Verschmelzung von Zellen, die sich in der Pulpa von innen nach außen entwickeln, erzeugt zu werden, und ich sah ebenfalls bei dem fünfmonatlichen Embryo Faserzellen mit Kernen. Noch dunkeler ist die specielle Bildungsweise der Schmelzfasern, welche sich nach den Beobachtungen von Joh. Müller bei jungen in der Bildung begriffenen Zähnen leicht von einander trennen-

und als zugespitzte Nadeln erscheinen. Vielleicht daß von der Schmelzmembran aus eine Menge dicht bei einander befindlicher Gebilde entstehen und vererden, und daß dann eine neue Reihe erzeugt, wieder vererdet u. s. f. So sehr diese Annahme auch nach der Entdeckung der Zellenverhältnisse bestritten worden, so dürften sich vielleicht durch sie die Querstreifen der Schmelzfasern erklären, während anderseits die Analogie der Erzeugung der Röhrchenmembranen in der Schaale des Flußkrebses und noch mehr die Bildung der gelben Substanz der Muschelschaalen Parallelen hierzu lieferten. Man sieht hieraus, daß diese Punkte sehr dringend neue, dem Standpunkte der Zeit entsprechende Untersuchungen nöthig haben. Entständen die Zahnfasern aus verschmolzenen früheren Zellenhöhlen, so würden sie sich eher den Markkanälen des Knochens parallel stellen und die ächte Zahnsubstanz gliche mehr derjenigen Form der thierischen Knochensubstanz, bei welcher die Knochenkanälchen sich durch fortgehende Verästelung immer mehr verfeinern, mit ihren Zweigchen zum Theil Netze bilden und selbst an einzelnen Stellen zu Knochenkörperchen zusammenstoßen.

Eine Regeneration des Zahngewebes ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Bei zwei in unserm Museum befindlichen Backenzähnen des Pferdes sind wahrscheinlich durch eine frühere Verwundung entstandene Spalten des Schmelzes sowohl, als der ächten Zahnsubstanz, wie die mikroskopische Untersuchung von Schliffen lehrte, durch ächte Knochensubstanz verheilt. Bekannt ist dagegen die neben Haarbildung vorkommende Erzeugung von Zähnen und zahnartigen Stücken in Geschwülsten, vorzüglich des Eierstockes. Bereiten wir uns einen durch die Oeffnung gehenden Längenschliff eines cariösen Zahnes, so finden wir, daß die Zahnröhrchen oft bis dicht an den Rand des unregelmäßig ausgefressenen Loches kenntlich bleiben. Rücksichtlich ihrer Füllung mit mechanisch abgelagerten Kalksalzen ist ihr Verhalten sehr verschieden. Oft trifft man nicht weit von der cariösen Stelle durchaus stark und normal gefüllte Zahnröhrchen. Oft entfalten sie nur stellenweise successive Körnchen oder erscheinen strichweise dunkel, während sie gegen die Oeffnung hin so hell werden, daß man sie bisweilen nur bei Beschattung in der Grundmasse erkennt. Dicht an dem Rande der Oeffnung haben sie in der Regel keine Füllung und werden hier oft selbst undeutlich. Die schmutzig braungelbe Färbung, welche meist die Ränder des Loches umgiebt, rührt nicht von den Röhrchen, sondern von einer das Ganze tingirenden Coloration her.

In der ächten Zahnsubstanz des Menschen, unzweifelhaft inclusive der geringen hier vorhandenen Cämentmenge, fand Berzelius 28% Knorpel und Gefäße, 64,3% basisch phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium, 5,3% kohlensaure Kalkerde, 1,0% phosphorsaure Talkerde und 1,4% Natron mit etwas Kochsalz. Der Schmelz des Menschen dagegen enthielt 88,5% basisch phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium, 8,0% kohlensaure Kalkerde, 1,5% phosphorsaure Talkerde und 2% organische Stoffe, Alkali und Wasser. Sein Gehalt an Kieselsäure wurde schon in dem Art. Ernährung erwähnt.

Bei dem Kauen wirkt der Schmelz durch seine Härte auf eine ausgezeichnete Weise, wie es weder die ächte Zahnsubstanz, noch das Cäment zu thun vermöchte. Ist er an einer Stelle abgesprungen, so sind an dem entsprechenden Punkte die anderen Substanzen nicht nur nicht tauglich, gleiche mechanische Functionen auszuüben, sondern gehen an der freien Stelle, wahrscheinlich durch Einwirkung der Luft, bald zu Grunde. Daher auch der Schmelz bei seiner glasartigen Sprödigkeit einerseits und seiner leichten Angreifbarkeit durch Säuren anderseits so oft verödet, was die erste Veranlassung zur Verderbniß des Zahnes wird.

In dem an den Zähnen sich absetzenden Weinsteine finden sich auch meist bestimmte organische Gebilde, wie z. B. 1. Meist runde Zellen, welche einen einfachen oder mehrfachen Kern darbieten oder oft ganz körnig sind, oft neben dem Nucleus einen mit Körnchen versehenen Inhalt haben und im Wasser leicht aufschwellen. 2. Die von Leeuwenhoek und Bühlmann beschriebenen, sich häufig biegenden, aber sehr brüchigen, oft haufenweise liegenden, bisweilen auf einer rundlichen körnigen Masse büschelweise sitzenden feinen Fäden, welche in ungeheurer Menge selbst an reinlich gehaltenen Zähnen vorkommen und sich im Feuer unverändert erhalten. 3. Minder constant, aber auch bisweilen in sehr bedeutender Menge sehr kleine, lineare, wie es scheint, leicht in Wasser absterbende, sich oft aalartig krümmende Infusionsthierchen, welche ich in warmen Sommertagen in außerordentlicher Zahl beobachtete. Wie die Verhältnisse der in Säure erweichten Zähne lehren, scheint endlich noch zwischen diesen Ansatzbildungen und dem Zahne, also an der Oberfläche des Schmelzes ein feines zelligtes Epithelium, wenigstens in nicht seltenen Fällen zu existiren.

13. Drüsengewebe.

Mit dem Namen der Drüsen im Allgemeinen bezeichnet man Apparate, in welchen die Blutgefäße mit heterogenen, durch bestimmte Wandungen begrenzten Räumen in Berührung kommen, um auf dem Wege der Exosmose oder dieser und der Endosmose Absonderungsproducte herzustellen oder eine Wechselwirkung zwischen den in jenen Räumen enthaltenen flüssigen Substanzen und dem Blute zu unterhalten. Bei dieser weiten Begriffsbestimmung werden sehr heterogene Gebilde, deren genauerer Bau zum Theil noch gar nicht bekannt ist, unter dieser allgemeinen Rubrik aufgeführt. Specieller unterscheidet man drei Hauptabtheilungen: 1) Drüsen mit offenen Ausführungsgängen oder Absonderungsdrüsen oder conglomerirte Drüsen, 2) Blutgefäßdrüsen und 3) Lymphdrüsen oder conglobirte Drüsen.

a) Conglomerirte Drüsen.

Schon in dem Artikel Absonderung wurde die Grundidee, nach welcher diese Gebilde gebaut sind, dargestellt und angeführt, daß wir bei den Gängen oder Röhren derselben drei in einander geschichtete Formationen anzunehmen haben. Da auch dort schon zum Theil in das Näherere der Drüsenbildung und der einzelnen functionellen Punkte eingegangen worden, so brauchen wir hier nur noch supplementarisch meist speciellere Data hinzuzufügen. Betrachten wir nun zuerst die allgemeineren Theile jeder absondernden Drüse, so sehen wir, daß der einfache oder mehrfache, eingewickelte oder verästelte Drüsenschlauch als Innenformation eine Epithelialbildung, als Mittelformation eine eigene Mittelhaut, als äußere Formation eine mehr unbestimmte Zellgewebeschicht hat. Auf die scheinbar ausnahmsweisen Verhältnisse der compacten Leber des Menschen und der Wirbelthiere werden wir in der Folge noch zurück kommen. Die Innenformation kann insofern als ein Epithelialüberzug betrachtet werden, als sie die innere freie Oberfläche der Drüsenkanälchen bekleidet und als ihre Zellen mit den gewöhnlichen Epithelialzellen mehr oder minder verwandt, oft selbst in untergeordneten Einzelheiten mit ihnen identisch sind. In den bei weitem meisten Drüsen gehört diese Epithelialbildung zu den Pflasterepithelien oder den Cylinderepithelien oder zu Mittelformen zwischen beiden. Nur ausnahmsweise wird ein Flimmerepithelium (s. d. Art. Flimmerbewegung) hergestellt. Selbst wenn Membranen, welche die Ausführungsgänge kleinerer oder größerer Drü-

sen aufnehmen, flimmern, braucht die Epithelialformation, obgleich sie bald darauf in die flimmernde Epitheliumbildung übergeht, keine Wimpern zu tragen. Sehr deutlich erscheint dieses z. B. in den Afterdrüsenschläuchen des Sumpf-Triton, die nicht flimmern, und der Kloake, welche flimmert. Im Allgemeinen gilt, wie schon in dem Art. Absonderung berührt wurde, das Gesetz, daß in den blinden Anfängen zusammengesetzter Drüsen die Epithelialformation auf einer niedern Ausbildungsstufe erscheint und je weiter nach dem Hauptausführungsgange hin um so entwickelter und meist mehrschichtiger wird, so daß dann in dem letztern Falle die obersten Lagen höhere, die untersten niedere Ausbildungsgrade darbieten. Bei einfachen Drüsenschläuchen findet diese Differenz nicht Statt. Eine Art von Epithelium oder mehre einander verwandte Formen kleiden das ganze Rohr aus. In den blinden Anfängen erscheinen häufig bloße Kerne, welche mit Körnchen verschiedener Art noch in den feineren Drüsengängen existiren können. Dann treten aber kleine Zellen mit verhältnißmäßig großen Kernen, dann größere Zellen und endlich selbst platte Blättchen auf. Wann mehr pflasterförmige, wann mehr cylindrische Epithelienzellen erscheinen, hängt von noch nicht genau bekannten Verhältnissen ab. Kleinere einfache Drüsengruben und Drüsenschläuche haben öfters ein Cylinderepithelium oder wenigstens niedere zu dem Uebergangsepithelium gehörende Cylinderchen, mag die Haut, in welche sie münden, ein Pflaster- oder ein Cylinder- oder ein Flimmerepithelium besitzen, wie z. B. für den erstern Fall die Magendrüsen, für den zweiten die Lieberkühn'schen Drüschen, für den dritten die erwähnten Schläuche der Afterdrüsen der Tritonen beweisen. Bei den durchsichtigen einfachen Drüsenschläuchen der erwähnten Art sieht man dann an dem Rande einen breiten herumgehenden Streifen, welcher durch Quersepta getheilt ist, d. h. die senkrecht pallisadenartig neben einander stehenden meist niederen und quer abgestutzten Säulchen oder Cylinderchen, während man an der obern und der untern Fläche die Epithelialzellen in ihren horizontalen Flächen pflasterförmig und oft polyedrisch angeordnet sieht. Bei größeren Drüsen tritt der Fall, wie es scheint, am häufigsten ein, daß in den blinden Enden und den Drüsenröhren untergeordneten Ranges mehr Pflasterepithelium-, in den größeren Ausführungsgängen mehr Cylinderepitheliumbildungen vorkommen. Was aber die Schwierigkeit der genauern Erkenntniß und Bestimmung dieser Epithelien bei den in Function befindlichen Drüsen sehr vermehrt, sind vorzüglich zwei Umstände, 1) daß viele Zellen gegen andere Flüssigkeiten, als ihr Secret, sehr empfindlich sind, platzen, ihren Inhalt ergießen, ihre Kerne verändern u. dgl. mehr. Die Zellen der Afterdrüsen der Tritonen, der Harnkanälchen und anderer Drüsen der Embryonen bersten z. B. durch Wasser, wobei in der Regel ihr Kern auch anschwillt. Die Nuclei der Zellen der Samenkanälchen (Fig. 69) verändern sich durch Wasser sehr leicht, werden hell und zeigen sich als helle körnige Kugeln oder als wahre Zellen mit enthaltenen gehäuften oder zerstreuten Körnchen u. dgl. mehr. Oft treten dann feine Körnchen aus dem Zelleninhalte oder selbst dem angeschwollenen Nucleus heraus; oft dagegen scheinen neben den Zellen auch Elementarkörnchen verschiedener Art schon von vorn herein vorhanden zu sein. 2) Es läßt sich nun leicht denken, daß manche Secrete von Anfang an wegen ihres Inhaltes an Wasser und anderen störend wirkenden Stoffen die Bildung eines vollständigen Epithelium einfach chemisch hemmten. Die Harnkanälchen z. B. eines 2 — 3zölligen Wiederkäuerembryo, in welchem die Wolff'schen Körper noch mäßig bedeutend sind und noch gelbes, mit Oeltropfen geschwängertes Secret enthalten, zeigen das schönste Pflaster- bis Uebergangsepithelium. In denen des Erwachsenen haben wir meist nur

Kernbildungen. Man könnte sich dann vorstellen, daß nur da, wo die Epithelialzellen durch Schichtung der Kernbildungen Schutz finden, sie sich erhalten und so weit fort entwickeln, daß sie der Einwirkung des Secretes gebührenden Widerstand leisten können. Allein dann müßten die Zellen gegen die Mittelformation, die Kerne gegen die Höhlung des Drüsenrohres hin liegen, was nicht der Fall ist und anderseits erscheinen bisweilen selbst Zellen in Theilen, die mit Secret gefüllt und noch nicht mehrfach geschichtet sind. Es müssen daher noch andere uns unbekannte Verhältnisse obwalten, welche es bestimmen, ob in einem Theile einer Drüse bloße Kerne mit oder ohne Kernchen oder Zellen vorkommen. Häufig finden wir gegen die Boden der Drüsen hin eine reichlichere Ablagerung von körnigen und Kerngebilden. Allein auch hierin zeigen sich nach dem Secrete viele Verschiedenheiten. Die Schleimdrüsen, wie vorzüglich die des weichen Gaumens des Schlundes, die Brunn'schen Drüsen erscheinen heller und weniger körnig in ihren Endköpfchen. Bei den Speicheldrüsen sind diese schon meist bedeutend dunkler und körniger. Die Harnkanälchen erscheinen in der Regel noch dunkler. Die fettabsondernden Talgdrüsen bieten besonders uns die Fettkugeln des Secretes auf eine in die Augen fallende Weise dar, u. dgl. mehr. Schon in dem Art. Absonderung wurde angeführt, in wiefern diese Verschiedenheiten und die ihnen zum Grunde liegenden Veränderungen und die Losstoßungsprocesse der Epitheliumzellen zu Vorstellungen über die Absonderung Veranlassung gegeben haben. Rücksichtlich der Textur der Mittelhaut der Drüsen gelangte man zu verschiedenen Ansichten, jenachdem man von den größeren oder von den kleinsten Ausführungsgängen ausging, da man sie in dem erstern Falle für faserig, in dem letztern für einfach, homogen hielt. Bei beiderlei Meinungen ist ein endosmotisches Durchschwitzen behuf der Absonderung möglich. Denn hat die mittlere Drüsenmembran einen faserigen Bau, so kann man sich die Absonderungsverhältnisse durch Capillardurchgang durch die zwischen den Fasern befindlichen Interstitien so denken, wie es in dem Art. Absonderung dargestellt worden. Erscheint aber eine Haut auch bei unseren stärksten Vergrößerungen einfach, so läßt sich eine endosmotische Thätigkeit ebenfalls annehmen, da wir bei der primären Wandung der Pflanzenzellen, vielen Membranen thierischer Zellen, den meisten Umhüllungshäuten der Linsenkapsel, der innersten Haut der Lymphgefäße und der Blutgefäße ebenfalls Transsudation beobachten, ohne daß in ihnen eine mit Porenbildung versehene Structur dem sinnlichen Auge kenntlich wäre. Bei der bei weitem größten Menge der letzten Enden oder der Endtheile der Drüsenröhren erscheint die Mittelhaut hell und durchsichtig und läßt weder im frischen Zustande, noch durch Reagentien Fasern nachweisen. Bisweilen zeigen sich an den Endknöpfchen der Drüsen meist bogige, mit scheinbaren kleinen Knötchen versehene, nur bei gedämpftem Lichte sichtbare Striche, — eine Formation, welche auf Faserbildung zwar hindeutet, von der es aber, wie wir sehen werden, zweifelhaft bleibt, ob sie hierher gehört oder nicht. Da bei flächenhaft aufliegenden Drüsenröhren zu beiden Seiten ein um so dickerer bandartiger Streif, je stärker die Wandung des Drüsenschlauches ist, erscheint, so bemerkt man in dieser bisweilen eine vollständige oder unvollständige Längenstreifung, die jedoch nie mit Bestimmtheit eine Zusammensetzung aus Fasern anzeigt, vielmehr auch auf Schichtbildung deuten kann, vorzüglich aber durch Faltung und durch optische Ursachen hervorgerufen wird. Dagegen glaube ich bestimmt noch in den feinsten Samenkanälchen des menschlichen Hoden eine faserige Zusammensetzung der Mittelhaut wahrgenommen zu haben. An den geraden Harnkanälchen des Kaninchen erschien mir bisweilen nach Behandlung mit Weinsteinsäure eine Streifung, wie sie Fig. 71

gezeichnet worden. Doch sind dieses Alles nur Ausnahmsfälle, während sich sonst die Mittelhaut der Endtheile größerer, so wie der kleineren Drüsen glashell und durchsichtig darstellt. Anderseits dagegen gewahrt man in den größeren Ausführungsgängen, dem Hauptausführungsgange und Nebenbildungen des letztern, wie z. B. in der Gallenblase neben Zellgewebefäden mehr oder minder deutliche platte meist mit aufliegenden rundlichen bis länglichen Kernen versehene Fasern, welche den einfachen Muskelfasern sehr nahe stehen, wo nicht mit ihnen identisch sind. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte muß es daher im Allgemeinen unentschieden bleiben, ob die Mittelformation der kleineren Drüsen und der Endtheile der größeren wahrhaft eine einfache durchsichtige Membran ist und sich erst später bei der Vergrößerung der Drüsengänge zellgewebige und muskulöse Fasern von außen anlegen, während die frühere glashelle Mittelhaut schwindet oder als Begrenzungshaut gegen das Epithelium hin bleibt, oder ob es erst bei einer gewissen bedeutendern Größe der Drüsengänge zu einer mit unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln kenntlichen Fasersonderung kommt. Für die größere Wahrscheinlichkeit der erstern Annahme dürften jedoch mehre Erfahrungen sprechen. Bereiten wir uns mit dem Doppelmesser einen Querschnitt durch die Oberfläche eines Lungenlappens, entfernen die in den Höhlungen der Bronchialverästelungen enthaltene Luft und untersuchen unter bloßem Wasser, so sehen wir unterhalb des Epithelium oder noch besser nach Entfernung desselben einen geradlinigten scharf gezeichneten Rand, hinter welchem entweder unmittelbar oder nach einem meist schmalen hellen Zwischenraume die Fasern beginnen (Fig. 72). Hier scheinen also die Fasern, welche selbst bis zu den feineren Endtheilen, den Lungenbläschen, reichen, nur so viel von der hellen gleichförmigen Mittelformation übrig zu lassen, daß diese als helle rudimentäre oder breitere Streifen erscheint. Ganz ähnliche Verhältnisse stellen sich dar, wenn wir die Wandungen größerer Drüsengänge nach Entfernung ihrer Epithelialbildungen untersuchen. Wichtiger als die Entscheidung dieser mehr theoretischen Punkte ist der Nachweis muskulöser Fasern in der Mittelschicht der Drüsengänge. Für die erste Untersuchung dürften am meisten die Gallengänge und der Harnleiter zu empfehlen sein. Hier erscheinen ganze Lagen dieser Fasern wegen der vielen vorhandenen Kerne mehr körnig, als faserig, obgleich man an einzelnen Stellen auch schon den faserigen Bau hindurchscheinen sieht. (Fig. 73 *a*) Die am Rande hervortretenden (*b*) oder in der Flüssigkeit herumschwimmenden Fasern (*c d*) gleichen aber vollkommen einfachen Muskelfasern. Es leidet kaum einen Zweifel, daß die so in reichlicher Menge und mehrfach geschichteten Fasern es sind, welche die leicht zu beobachtende peristaltische Bewegung des Gallenausführungsganges, des Harnleiters u. dgl. verursachen. Am stärksten werden sie an dem Vas deferens. (Ihre nähere Beschreibung aus dem Menschen s. in dem dritten Abschnitte bei den männlichen Geschlechtstheilen.) Neben solchen mit Kernen versehenen Muskelfasern sieht man z. B. in der Haut, welche die hintere von Bronchialringen entblößte Wand der Luftröhre schließt, platte, theils einfache, theils gestreifte, dem Zellgewebe ähnliche Fasern, die vielleicht ebenfalls contractil sind. Außer diesen Fasern erscheinen aber auch noch bisweilen elastische Fasern größerer oder kleinerer Art. Zu den letzteren gehören wahrscheinlich die Netze bildenden feinen steifen Fasern, welche man z. B. bei flächenartiger Ausbreitung der Mittelhaut des Gallenganges, der von ihrem Epithelium befreiten Luftröhrenschleimhaut von Kaninchen u. dgl. wahrnimmt. Die sogenannte äußere Haut der Drüsengänge ist nur Zellgewebe (bisweilen mit früher sogenanntem feinern elastischen Gewebe), welches die Drüsengänge unter einander oder mit

Nachbartheilen verbindet und als Stütze der in der Drüse sich verbreitenden Blutgefäße und Nerven dient.

Die Umhüllungsgebilde der Drüsenschläuche sieht man am besten an kleineren Drüsen und den kleineren Drüsenröhren größerer hierher gehörender Gebilde. Auf feinen senkrechten Hautschnitten bemerkt man theils im frischen Zustande, theils nach Behandlung mit Essig oder Weinsteinsäure, daß sehr feine bogige mit einzelnen knötchenförmigen Gebilden versehene Linien, wie eine Art von Kapselbalg, um das Drüsengebilde herumgehen und seinen Contouren mehr oder minder genau folgen. Die Kerne scheinen bisweilen nach außen größer und deutlicher zu werden, sind aber oft mehr gleichmäßig verbreitet und folgen in ihrem Verlaufe dem der Fasern. Ganz nach außen sieht man bisweilen eine helle Hülle mit aufliegenden Kernen. Eine solche Einkapselung und Umhüllung wird auch oft noch an mittleren und größeren Drüsengängen stellenweise sichtbar.

Das Verhältniß der Blutgefäße und Nerven zu den Drüsengängen wurde schon in dem Art. Absonderung besprochen. Hier ist nur noch nachzutragen, daß in neuester Zeit auch Poiseuille der Ansicht einer unmittelbaren Communication der Blutgefäße mit den Harnkanälchen der Niere beigetreten ist, weil er bei Arterieninjection mittelst einer von ihm angegebenen Spritze, bei welcher die Druckkraft durch ein angebrachtes Dynamometer gemessen werden kann, unter einem dem des Herzen gleichen Drucke die Masse in das Nierenbecken extravasiren sah.

Die verschiedenen Formen der Drüsenschläuche können in drei durch Mittelstufen in einander übergehende Hauptklassen gebracht werden. Die einfachste ist die der Gruben, die zweite die der langen einfachen oder sparsam getheilten Röhren, und die dritte die der baumförmig verästelten Drüsengänge. Bei der ersten Form besteht die ganze Drüse aus einem einfachen rundlichen bis länglichrunden Balge oder einer blindsackartigen Vertiefung der Haut, in welcher sie vorkommt, mit verengerter oder nicht verengerter Ausführungsmündung. Als Beispiele der Art können die Lieberkühn'schen Drüsen des Darmes und die Hautdrüsen der Frösche angeführt werden. Ein Uebergang zur zweiten Form entsteht dadurch, daß statt einer bloßen Grube ein langer blind endigender, hier zugespitzter oder meist abgerundeter, an seiner Schlußstelle gar nicht oder unbedeutend erweiterter Schlauch vorkommt, wie z. B. in den Afterdrüsen der Tritonen und des Proteus; viele solcher Schläuche können sich auch, wie z. B. in der Leber der Krebse zu einem kurzen größern Gange verbinden. Gegen die Ausgangsöffnung hin kann hier entweder gar keine Durchmesserveränderung oder eine Verengerung oder eine schwächere oder bedeutendere trichterförmige Erweiterung vorkommen, welche in verschiedenen Formen dicht neben einander auftreten können. Von diesen einfachen Schläuchen, welche selbst schon Mittelbildungen darstellen, vermögen aber leicht Uebergänge zur zweiten oder dritten Gruppe Statt zu finden. Das Rohr verlängert sich bedeutend oder dreht sich, um weniger Längenraum einzunehmen, zuerst korkzieherförmig und verwickelt sich hierauf in mannigfaltigen Biegungen zu einem dickern Knäuel, der wie ein ganzes Drüsengebilde von einem fortlaufenden Systeme einer Umhüllungsformation eingeschlossen wird. Diese Form erscheint in mannigfachen allmäligen Modificationen ganz vollendet in den eigentlichen Spiraldrüsen der Haut, und mit geringeren Windungen in den Drüsen der Schleimhäute der Luftröhre, des Schlundes u. dgl. Eine andere ebenfalls geringere Form ist, daß ein Drüsengang in größeren krummen bis spiraligen Windungen gleichsam um sich selbst herumgeht und so mit den seine Biegungen umhüllenden und verbindenden Ge-

weben ein abgeschlossenes Organ darstellt, wie wir z. B. in der Samenblase des Menschen sehen. Gewissermaßen der niedrigste Grad dieser Bildung aber erscheint, wenn die Drehung des Drüsenrohres so eng ist, daß keine distanten Schraubenlinien entstehen, sondern daß sich die Windungen, gleich dem Faden eines eingerollten Strickes, eng an einander legen. Hierdurch entstehen dann seitlich und zum Theil alternirend scheinbar bauchige Auftreibungen des Drüsenschlauches, wie wir z. B. in vielen die Haare begleitenden Talgdrüsen der äußern Haut sehen. Der Uebergang in die dritte Drüsenform kann auf mannigfaltige Weise geschehen. Zunächst kann sich das Drüsenrohr, statt in seinen Contouren einfach cylindrisch zu sein, vorzüglich gegen das blinde Ende blasig auftreiben oder dieses wird durch Einschnitte traubig, wie z. B. bisweilen an den einfachen Drüsenschläuchen des Magens. Oder es spaltet sich ein geschlängeltes oder einfach gehendes Rohr gabelig, worauf jede Gabeltheilung entweder sich knäuelförmig verwickelt, wie bei einzelnen Hautdrüsen und einzelnen Drüsen zwischen den inneren und den äußeren Schaamlefzen oder die Zweige einer einfachen oder mehrfachen Gabeltheilung werden früher oder später blasig, wie wir an einzelnen Magendrüsen, vorzüglich gegen die Pförtnerklappe hin, wahrnehmen, oder bilden wahre knospenförmige Endträubchen, wie z. B. in vielen einfacheren Schleimdrüsen. Bei größeren Schleimdrüsen scheint nur eine Form vorzukommen, die, obgleich im Wesentlichen schon zur dritten Classe gehörend, doch noch an die einfacheren verwickelten Schlauchdrüsen erinnert. Ein Drüsengang nämlich verzweigt sich auf eine immer mehr untergeordnete Weise baumförmig. Allein die einzelnen Drüsenröhren gehen nicht gerade, sondern geschlängelt oder verwickeln sich, um möglich wenig Volumen, vorzüglich Flächenraum zu brauchen, so unter einander, daß eine rundliche, einfache oder gelappte Masse herauskommt. Diesen Bau scheinen z. B. die Schleimdrüsen des weichen Gaumens, des Rachens und dergl. darzubieten. Wie man auch hier mit dem Doppelmesser feine Schnitte bereite, immer stößt man auf gewundene und oft in ihren Biegungen gewissermaßen einander ausweichende Drüsenschläuche. Bei den complicirten Drüsen der zweiten Form, die man auch mit dem Namen der röhrigen Drüsen bezeichnet, tritt in der Regel aus den schon in dem Artikel Absonderung erwähnten Ursachen eine mehr oder minder knäuelförmige Einrollung und Verwickelung der Drüsenschläuche ein. Ein Hauptrohr, welches entweder mehr gerade, wie z. B. die Markkanälchen der Nieren oder selbst schon gewunden, wie z. B. der Samenleiter, vorzüglich in dem Nebenhoden verläuft, theilt sich allmälig und immer nur sparsam in untergeordnete Zweige. Die Röhren, welche entweder so oder durch fernere Sonderung entstehen, anastomosiren bisweilen mit einander, verwickeln sich unter sich oder mit anderen homogenen Röhren knäuelförmig und schließen entweder blind und in der Regel ohne Endanschwellung oder durch wechselseitige Verbindung oder durch Endschlingen. Die Drüsen der dritten Formation, welche massige oder baumförmig verzweigte genannt werden, vermehren ihre Absonderungsfläche nach einem andern Principe, nämlich nicht sowohl nach dem der einfachen röhrigen Verlängerung, als nach dem der immer fortgesetzten zweigartigen Theilung. Ihre blinden Enden sind meist knopfartig angeschwollen und heißen dann Endköpfchen oder Endbläschen oder Endknöpfchen der Drüse. Sie beginnen gewissermaßen mit der schon erwähnten unvollständigen Theilung durch die Erzeugung oder höckerige Beschaffenheit eines Drüsenschlauches. Geht die Abschnürung weiter, so haben wir eine Menge traubig gruppirter Endbläschen, die an

einem oder mehren gemeinsamen Drüsengängen haften können. Der letztere kann entweder den Hauptausführungsgang bilden, wie z. B. bei einzelnen Talg= und einfacheren Schleimdrüsen, oder nur einen Gabelast größerer Schläuche darstellen, wie z. B. bei vielen zusammengesetzten Schleimdrüsen, oder es hängen reichliche Traubengruppen, wie Drüsenläppchen neben einander, wie in den Meibom'schen Drüsen. Hierbei kann noch, wie bei den letzteren, der Drüsengang selbst zellig sein. Außer den schon erwähnten Verknäuelungen der baumförmigen Theilungen zeigen sich, wenn sie mehr geradflächig ausgebreitet sind, vorzüglich rücksichtlich ihrer Länge und Zahl einzelne schon in dem Art. Absonderung berührte Unterschiede, ob sie nämlich sich vorher vielfach in immer kleinere Drüsengänge spalten und dann erst ihre einfach oder traubig aufgesetzten Endköpfchen tragen oder ob eine weniger allmälig fortschreitende Theilung stattfindet, dafür jedoch reichlichere kleinere Stiele und vorzüglich Endbläschen existiren. Ebenso wurde bemerkt, daß die röhrigen Drüsen neben ihrer geringern gabeligen (Nieren) oder mehrfachen Theilung (Hoden) eine gewisse Neigung haben, gegenseitige Anastomosenverbindungen darzustellen. Daß aber diese den massigen Drüsen keineswegs gänzlich fehlen, lehren, wie schon angeführt wurde, z. B. die Leber des Menschen, die Lungen der Vögel und dergl. mehr.

Eine Drüsenmasse, welche durch ihre Hüllen als ein Organ auftritt, kann entweder wahrhaft ein Drüsensystem darstellen oder aus mehren oder vielen gruppirt sein. Auch in dieser Beziehung finden sich fast alle möglichen Uebergangsformen. Den einfachsten Fall sehen wir z. B. in der Parotis, wo der Stenon'sche Gang sich immer feiner gabelig theilt, bis er zu den feinsten Drüsenröhrchen und von da zu seinen Endbläschen gelangt. Eine noch ganz hierher gehörende, obgleich schon etwas an die folgenden Formen streifende Gestalt bietet z. B. das Pancreas dar, da wir die reichlichen Mündungen der kleineren Gänge in einem größern Schlauche schon als eine Art zusammengesetzter Bildung betrachten können. Deutlicher erhellt dieses in den Nieren. Im Grunde steht der gegen das Nierenbecken gewendete Theil eines jeden Markkanälchens, wenn man von dem noch nicht streng bewiesenen Satze, daß Harnkanälchen verschiedener Markkanäle unter einander etwa anastomosiren, absieht, gesondert da. Viele Markkanälchen öffnen sich an der Oberfläche jeder Nierenwarze auf isolirte Weise. Hörte hier die Bildung auf, so besäßen wir eine bloße Anhäufung vieler Drüsenschläuche zu Einem Ganzen. Allein dadurch, daß die Nierenkelche, das Nierenbecken und der Harnleiter hinzukommen, haben wir für eine ursprünglich aus vielen aggregirten Theilen bestehende Drüse einen gemeinschaftlichen Hauptausführungsgang, der sich bei isolirteren Nierenlappen der Thiere (und durch Bildungshemmung des Menschen) gabelig theilt, so daß seine Gabeläste auch einfache Collectiväste für selbstständige Gruppen seiner Aggregationstheile darstellen. Ein Schritt weiter und Eine Drüse enthält mehrfache Ausführungsgänge, weil jeder Hauptgang einer Gruppe von Drüsenschläuchen gesondert bleibt. Hier sind nun wieder die mannigfachsten Zwischenstufen möglich. Es kann von jeder Mündung ein ganzes mehr oder minder complicirtes Drüsensystem ausgehen, wie z. B. in absteigender Stufenfolge in den weiblichen Brüsten, der Thränendrüse, der Prostata, den Meibom'schen Drüsen, der Thränencarunkel und bei bloß einfacherer Höhlenbildung den Mandeln, oder jeder einfache Drüsenschlauch hat seine gesonderte Oeffnung, wie z. B. in der Afterdrüse der Tritonen, in den Schleimhäuten des Magens, des Blinddarmes &c. Mag aber eine Drüse

wahrhaft nur ein System von Drüsenkanälen enthalten oder nur eine Anhäufung von mehren darstellen, immer gruppiren sich einzelne Haufen von Drüsengängen und, wenn sie vorhanden sind, von Endbläschen zusammen und bilden, indem sie von eigenen Systemen von Hüllen und Zellgewebe eingeschlossen werden, Läppchen. Bei den röhrigen Drüsen liegen in der Regel in jedem kleinsten Läppchen ein mehr oder minder selbstständiges Knäuelsystem von Röhren. Bei den massigen erzeugen die feinsten Läppchen Gruppen von Endbläschen, welche entweder einem oder mehren kleineren Drüsengängen meist mittelbar angehören. Diese kleinsten Läppchen aber gruppiren sich dann zu größeren u. s. f. zusammen. Vorzüglich bei aggregirten Drüsen können sie auch oft auf normalem Wege oder durch angeborene Mißbildung vollständig isolirt werden, wie z. B. die gelappten oder getheilten Nieren beweisen. Das Bindemittel zwischen den bald am Rande hervortretenden und bald eine mehr einfach gekrümmte Oberfläche erzeugenden Läppchen ist in der Regel ein weiches Zellgewebe und macht im Verhältniß zu dem Volumen der Drüsenröhren meist einen geringeren Theil aus. Eine bedeutende Ausnahme hiervon stellt z. B. aber die Prostata, bei welcher die Verbindungsmasse nicht nur sehr reichlich und so dicht ist, daß die Drüsengänge in ihr wie eingegraben erscheinen, sondern die auch rücksichtlich des Baues der Fasern eine bedeutende Abweichung zeigt, dar. (S. in dem dritten Abschnitte bei den männlichen Geschlechtstheilen des Menschen.)

Schon die aller Drüsenbildung zum Grunde liegende Idee bedingt es, daß wir jede einfache Nebenausstülpung ebenfalls ursprünglich hierher rechnen und so gewissermaßen den Blinddarm, den Wurmfortsatz, die Pförtneranhänge und dergl. zu den Drüsenformationen im weitesten Sinne ziehen können. Jede Grube, jeder größere Nebensack kann oder muß sogar mehr absondern, weil er mehr freie Secretionsfläche hat. Auch durch krankhafte Verhältnisse können sich größere oder kleinere Säcke zu eigenthümlichen Secretionsapparaten umwandeln. Ein hydatidöses Ovarium secernirt immer mehr Wasser in seinem Innern. Die Geburtsstätten der sogenannten Mitesser sind verhältnißmäßig große, wohl immer einfache Säcke (Fig. 74 a), welche reichliches Hautfett bilden und wahrscheinlich durch Ausfallen eines Haares entstanden sind. Denn ihre Wand stimmt in ihrem Baue mit dem der äußern Wurzelscheide des Haares überein. In den reichliche Hautschmiere absondernden Hautstellen z. B. des Gesichtes und vorzüglich an und über dem Nasenflügel wird dann der Balg zu einem starken, sich hierdurch vergrößernden, Secretionsorgane gebildet.

Ehe wir die allgemein anatomischen Verhältnisse der Drüsen des Erwachsenen verlassen, müssen wir noch zwei Punkte berühren, nämlich einerseits die Structur der compacten Leberbildungen ausführlicher besprechen und anderseits von den geschlossenen vorzüglich in den Schleimhäuten vorkommenden Bläschen, welche man in neuester Zeit mit der Drüsenformation und dem Absonderungsprocesse in Verbindung gebracht hat, handeln.

Zerreißen wir ein Stückchen Lebersubstanz z. B. des Menschen unter Wasser und untersuchen das Ganze mikroskopisch, so finden wir eine Menge von Epithelialzellen, sogenannten Leberzellen, von denen einige der wesentlichsten Formen Fig. 75 gezeichnet worden sind. Meistentheils erscheinen sie platt und mehr oder minder polyedrisch, jedoch meist nicht bestimmt vier-, fünf- oder sechseckig, sondern oft gemischt, bald geradlinig, bald bogig begrenzt, an einzelnen Seiten theilweise oder gänzlich bauchig eingeschnitten, oder umgekehrt convex gebogen, schwanzartig verlängert oder in

anderen eigenthümlichen Gestalten sich darstellend oder umgekehrt ganz rund oder länglichrund und dergl. mehr. Schon diese Formen deuten es bestimmt an, daß sie sich flächig an einander drängen und gegenseitig einkeilen. Auf gelungenen feinen mit dem Doppelmesser bereiteten Schnitten bemerkt man an ihnen sehr oft eine regulär strahlige Stellung, deren Mittelpunkt die in dem Centrum des Acinus befindliche (wahrscheinliche Blutgefäß-) Höhlung ist, bisweilen eine mehr bogige, bisweilen eine mehr unbestimmte Anordnung. Schon in den in der Flüssigkeit schwimmenden Fragmenten haften nicht selten zwei (Fig. 75 m) oder mehre an einander. Ihre Wandung erscheint mattgrau, körnig granulirt bis undeutlich faltig oder faserig. In ihrem Innern erkennt man oft einen einfachen oder doppelten Kern mit einem oder mehren Kernkörperchen (Fig. 75 e h i), welches letztere nicht selten noch ein kleineres Körperchen enthält oder von einem haloartigen Kreise umgeben wird. Bisweilen erscheinen auch an ihnen einfache oder mehrfache helle, mit scharfen Rändern versehene dunkele Körper, welche entfernt an feste farblose Fettkugeln erinnern (Fig. 75 f). Auffallender und bei weitem häufiger sind noch kleine gelbe Körnchen, welche bald zerstreut, bald mehrfach gehäuft gefunden werden, obwohl in den meisten, doch nicht in allen Zellen vorkommen und ihrer Zahl nach sehr variiren. Selten und vielleicht nur unter abnormen oder künstlichen Bedingungen sieht man auch außer den gelben Körnchen eine gelbe amorphe Masse (Fig. 75 f). Das chagrinirte Aussehen, welches die Lebersubstanz so oft darbietet, wodurch bedingt wird, daß sich der Durchschnitt jeder Leber fast eigenthümlich darstellt und welches bei wahrscheinlich gesunden oder nur hypertrophischen Lebern von praktischen Aerzten nicht selten für Cirrhose der Leber gehalten wird, rührt wahrscheinlich von diesen verschiedenen Zuständen der Leberzellen her. In den Zellen von gekochter Rindsleber, die man unter Terpenthinöl untersucht, sieht man bisweilen um einzelne Körnchen des Inhaltes noch einen zellenartigen Halo. Während man aber bei anderen Drüsen unter dem Mikroskope leicht die Endbläschen mit ihrer Mittelhaut und den innerhalb dieser befindlichen Epithelialzellen wahrnimmt, zeigt sich in der Leber nichts der Art. Bei erster Untersuchung glaubt man, daß mit Ausnahme der Centralhöhle des Acinus, eines venösen Blutgefäßes (Venula intralobularis), welche nach Kiernan ein Stämmchen der Lebervene ist und der zwischen den Acinis gehenden Blutgefäße (Venae interlobulares), welche nach demselben Forscher der Leberarterie und der Pfortader angehören, keine weiteren Elemente, als jene dichten Leberzellen existiren. Allein anderseits sprechen die Resultate, welche durch die Entwickelungsgeschichte zu erlangen sind, zu entschieden für die Existenz von Drüsengängen in den Acinis, als daß man nicht auch suchen sollte, die Leber möglichst dem Typus anderer conglomerirter Drüsen beizugesellen. Dazu kommt noch, daß bisweilen eine vollständige Injection der Gallengänge mit Einspritzungsmasse oder Luft ohne Extravasat gelungen sein soll. Obgleich unsere gegenwärtigen Erfahrungen noch sehr weit von einer bestimmten Lösung dieser schwierigen Aufgabe entfernt sind, so scheinen mir doch folgende Punkte auf die Vorbereitung zu derselben hinzudeuten. Da sich bekanntlich die Leber der Schnecken, obgleich sie auch compacter, wenn auch nicht so dicht, wie die des Embryo ist, oft sehr leicht von dem Gallenausführungsgange bis zu ihren blinden Enden aufblasen läßt, so versuchte ich zunächst hier die Verhältnisse zu studiren. Verfertigt man sich mittelst des Doppelmessers feine Schnitte und drückt sie vorsichtig mit einem feinen Glasplättchen, so gelingt es leicht trotz des oft sehr körnigen Inhal-

tes mit Bestimmtheit zu sehen, daß die hier ebenfalls existirenden, oft kugelrunden, an ihren Wandungen streifigen, mit einem oder mehren Kernen versehenen und häufig ebenfalls gelbe Körnchen enthaltenden Zellen, neben denen dann noch andere körnige, näher zu untersuchende Zellen vorkommen, innerhalb sehr durchsichtiger einfacher, mit den Mittelmembranen feinerer Drüsengänge übereinstimmender Schläuche liegen. Die Beobachtung derselben wird oft durch Befeuchtung mit sehr verdünntem kaustischen Kali in hohem Grade erleichtert. Diese feineren Schläuche sind nicht mit den größeren dickeren und sich durch ihre auffallende Flimmerbewegung auszeichnenden Gallengängen zu verwechseln. Schon dieses Vorkommen von Schläuchen in einer compactern Leberform macht es wahrscheinlich, daß sie, wenn auch im Minimo, in anderen ähnlichen Leberbildungen existiren dürften. Untersuchen wir nun gesunde Lebern, z. B. des Kaninchens, mit dem Doppelmesser, so finden wir, daß die Leberzellen in jedem Acinus, wie schon erwähnt wurde, von dem Centralkanale desselben strahlig ausgehen, daß dieses strahlige Ansehen im Wesentlichen auf allen Schnitten dasselbe ist und nur bei querer Durchschneidung des Centralkanales mehr geradstrahlig, bei longitudineller bis schiefer mehr quer bis schiefstrahlig wird, und daß die Strahlen bei hinreichend dünnen Schnitten nie ganz eng bei einander liegen, sondern durch schmale helle Zwischenräume von einander getrennt werden. Diese Anschauung wäre mit der von Joh. Müller vertheidigten Ansicht, daß die letzten Elemente der Gallenkanälchen sehr zahlreiche, platte, dicht an einander gelegte, strahlig bis rispenförmig aufgesetzte Blättchen seien, sehr gut vereinbar. Es würden dann die Leberzellen als Epithelialzellen auftreten, aber immer die merkwürdige Ausnahme darbieten, daß sie in den letzten Enden der Drüsengänge, trotz dem, daß deren Lumina so sehr reducirt sind, schon so sehr ausgebildet erscheinen. Mit Bestimmtheit habe ich trotz sehr vielen Nachsuchens keine diesen rispenartig gestellten Blättchen entsprechende Mittelformation auffinden können. Allein bisweilen erschien in den hellen Zwischenräumen zwischen den Radiationen theils im frischen Zustande, theils nach Behandlung mit verdünntem kaustischen Ammoniak eine glashelle, bis feinfaserige Haut, welche vielleicht hierher zu rechnen wäre. Bedenkt man einerseits die Feinheit, welche die Mittelhaut der angeblichen Rispenblättchen besitzen müßte, und zieht man in Erwägung, daß man trotz des so bedeutenden Blutgefäßreichthumes der Leber wahrscheinlich vorzüglich wegen der großen Menge an Leberzellen so selten kleinere Blutgefäße in uninjicirtem Zustande unter dem Mikroskope hier erkennt, so dürfte die an Unmöglichkeit gränzende Schwierigkeit, die Mittelformation der letzten Gallengänge nachzuweisen, weniger befremden.

An fast allen Schleimhäuten trifft man in sehr variabler Größe und Ausbreitung nicht selten vollkommen geschlossene, in der Fasersubstanz eingebettete Blasen, welche einen körnigen, theils aus Nucleis, theils aus Körnchen bestehenden Inhalt besitzen, an. Schon in dem Art. Absonderung äußerte ich meine mehrfachen Bedenken gegen die Ansicht, daß diese einen temporären Ausführungsgang erhielten und daß überhaupt auch bei den größeren Drüsen des Erwachsenen eine solche Höhlenbildung mit secundärer Inosculation in die Drüsengänge stattfinde. Seit jener Zeit hat Henle in seiner indeß erschienenen allgemeinen Anatomie diese Meinung zum Theil ausgeführter wiederholt. Ich muß aber frei bekennen, daß sich meine negative Ueberzeugung unterdeß eher vermehrt, als vermindert hat. Angenommen selbst, daß diese geschlossenen Bälge, wie die solitären und die Peyer'-

schen Drüsen des Darmes vielleicht andeuten, wenigstens in gewissen Fällen mit der Secretion in Beziehung stehen, so setzt dieses von vorn herein die Nothwendigkeit nicht voraus, daß sie eine Oeffnung erhalten, da ihre Flüssigkeit unmittelbar und ihre Körnchenmasse nach vorangegangener Auflösung durchschwitzen kann. Daß die solitären Drüsen und die Kapseln der Peyer'schen Drüsen des Darmes im Normalzustande eine Ausgangsöffnung nach oben erhalten, scheint mir noch strengerer Beweise zu bedürfen. Geschähe dieses auch, so ließe sich nicht einsehen, warum man nicht bei den Peyer'schen Drüsen eine Oeffnung der Art häufiger sieht, da man keinen Grund hat, weshalb sie oder die ganze Kapsel wieder schwinden sollte. Das variable Vorkommen der solitären Drüsen aber bleibt mit oder ohne Annahme eines temporären Ausführungsganges gleich räthselhaft. Wenn Henle den Ausführungsgang der paarigen den Haarbalg begleitenden Drüsen für eine bloße Anhäufung von Fettzellen hält, so dürfte hier einer subjectiven Anschauung zu Liebe eine unrichtige Deutung einer eigenthümlichen Thatsache gegeben werden. Denn die scheinbaren Zellen des Ausführungsganges der genannten Drüsen rühren entweder von Ausbuchtungen desselben oder häufiger von der schon bei den Formen der Drüsenröhren berührten, eng schraubenförmigen Einrollung (so daß wie bei einem eingerollten Zwirnsfaden kein Zwischenraum stattfindet) oder von beiderlei Momenten her. Diese schon im frischen Zustande kenntlichen Verhältnisse werden oft nach Behandlung mit Essigsäure deutlicher. Wie wenig diese Annahme transitorischer Bläschen und Ausführungsgänge bei den baumförmigen massigen Drüsen denkbar sei, wurde schon in dem Art. Absonderung erwähnt. Kämen sie bei diesen aber auch vor, so ließe sich kein Grund denken, weshalb sie bei den röhrigen Drüsen fehlen sollten. So viel ich weiß, hat noch Niemand etwas der Art in den Nieren, dem Hoden und dgl. gesehen. Wenn ich frei bekennen soll, so kann ich diese ganze Theorie bis jetzt nur für eine mehr naturphilosophische Idee, die sich vielleicht zum Theil bei den solitären und den Peyer'schen Drüsen in Zukunft zu erwahren vermöchte, ansehen.

Fast alle Absonderungsproducte besitzen eine einfache, gewisse chemische Stoffe in Wasser aufgelös't haltende Grundflüssigkeit mit oder ohne eigene Körperchen. Nur die Fettabsonderungen stellen sich oft reiner als gelbliche oder sonst gefärbte Oeltropfen oder etwas härtere Stearinkugeln dar. Fast immer bildet die Grundmasse die Hauptsache und hat alle oder wenigstens die wichtigeren wesentlichen Stoffe des Secretes aufgelös't. Einzelne beigemengte Körperchen sind sehr variabel, wie z. B. die sogenannten Schleimkörperchen, die Speichelkörperchen und dgl., andere constanter und reichlicher, wie z. B. die Milchkörperchen. Noch andere durchlaufen an und für sich bestimmte Entwickelungsstufen und organisiren sich zu eigenthümlichen Producten, wie die Samenelemente. Bei anderen endlich hängt es von der variirenden chemischen Beschaffenheit des Secretes und anderen Verhältnissen, wie z. B. der Temperatur, ab, ob festere Gebilde vorkommen oder nicht. Was man mit dem sehr unbestimmten Namen Schleimkörperchen, Speichelkörperchen und dgl. aufführt, sind theils feine kleine Körnchen sehr verschiedener Art, theils Fetttröpfchen, theils endlich Nucleusgebilde in verschiedenem Grade der Entwickelung, wie sie in den Drüsenschläuchen vorkommen oder nachgebildet oder durch das Secret abgeführt werden. In der Galle begegnen wir bisweilen kleinen gelben Körnchen, farblosen bis grauen Körperchen und dgl. Daß die ersteren mit denjenigen, welche wir

in den Leberzellen selbst ganz gesunder Thiere antreffen, identisch seien, steht vielleicht zu vermuthen. Bei dem Menschen und den Säugethieren erscheinen zugleich als constante Mengungstheile (nach dem Tode) Epithelialcylinder von der innern Oberfläche der Gallenblase. Bisweilen schlägt sich (bei dem Menschen) Cholestearin in Form von rhombischen Blättchen tafelförmig nieder. In der Galle des Frosches sieht man häufig sehr kleine Nadeln theils einzeln, theils zu sehr zierlichen Drusen gruppirt und dgl. mehr. Die verschiedenen Sedimente im Harn zeigen Krystalle, krystallinische Kugeln, Kerne, verschiedenartige Körnchen, granulirte Häutchen, Oeltröpfchen und als Gemengtheile verschiedenartige Blättchen und Zellen des Epithelium. Das Secret des Hodens sind Körnchen und Nuclei, die bei höherer Thätigkeit des Organes mit Zellen umgeben werden. In diesen entstehen dann durch endogene Bildung mehrfache neue Kugeln, welche bei dem Menschen und den höheren Thieren nach Kölliker zu endogenen Zellen werden und die Samenfaden in sich entwickeln (s. d. Art. Samen). Die in der Milch vorkommenden sehr zahlreichen rundlichen Körperchen, die sogenannten Milchkörperchen, sind isolirte Oeltröpfchen, so daß man die Milch gewissermaßen als eine natürliche Emulsion ansehen kann. Nach Henle besitzen sie eine eigene, durch Essigsäure angreifbare, nach ihm wahrscheinlich aus Käsestoff bestehende Hülle. (Das Nähere über sie, ihre Entwickelung und ihr Verhalten zu den sogenannten Colostrumkörperchen s. in d. Art. Milch.) Fettkügelchen erscheinen wie erwähnt in mancherlei Secreten zufällig und variabel, in anderen, wie z. B. in den Talgdrüsen der Haut, constanter. In dem Ohrenschmalze des Menschen, wie es ausgesondert wird, sieht man, außer sehr zahlreichen Epithelialblättchen, größere, kleinere und kleinste Fetttröpfchen (oder bisweilen solidere Fettkörperchen?) nicht selten mit kleinen Körnchen, die ich wenigstens nicht bestimmt für Fettkörnchen halten kann, vermischt. Sehr reichliche eigenthümliche, besonders kleinere, Fettpartikeln finden sich in dem milchigen Safte der Hautdrüsen der Kröten und dgl. mehr.

Die Entwickelung der conglomerirten Drüsen wurde früher als eine einfache Ausstülpungsbildung derjenigen Röhren oder anderweitigen Theile, in welche später ihre Hauptausführungsgänge münden, betrachtet. Es entsteht bei den massigen Drüsen, die vorzugsweise hierauf untersucht worden waren, z. B. bei der Thränendrüse, der Parotis, dem Pancreas und dgl. eine Hauptverzweigung, die sich durch immer fernere Theilung und Zweigbildung vermehrt, bis endlich die ganze Drüsensubstanz hergestellt ist. Die erste Ramification liegt aber in einer eigenen gallertigen Grundmasse, dem Blasteme, welche sich an ihrer Oberfläche allmälig lappt, die mit der vermehrten Ausbildung der Drüsengänge nach und nach aufgezehrt wird und sich in dem, was von ihr nicht zur Drüsensubstanz selbst wird, zu Blutgefäßen, Nerven und verbindendem Zellgewebe umwandelt. Obgleich das Blastem selbst keine einfache glashelle gallertige Masse ist, sondern Kerne und Zellenbildungen führt, so zeichnen sich doch die ersten Drüsengänge durch eine Menge enthaltener Nuclei aus und erscheinen daher theils frisch, theils nach Einwirkung von Reagentien, z. B. von Essigsäure, bei durchfallendem Lichte dunkeler, bei auffallendem mehr oder minder matt weiß. Sehr zierlich sieht man z. B. in letzterer Färbung das an einem langen Stiele hängende mattweiße Bäumchen der Parotis bei 2″ langen Schafembryonen. Schon bei früheren Untersuchungen fand ich bei den Nieren, daß das Röhrensystem keineswegs in einer Continuität entstehe, sondern

daß sich in der Nierensubstanz einzelne Höhlen bildeten, Knospen trieben und sich allmälig zu einem Systeme von Harnkanälchen entwickelten, daß sowohl das Nierenbecken als der Harnleiter ebenfalls ihre selbstständigen Höhlungen erhielten, und daß erst secundär eine gegenseitige Inosculation dieser verschiedenen Höhlensysteme stattfinde. Auch die Entwickelungsverhältnisse der weiblichen und vorzüglich der männlichen inneren Geschlechtstheile deuten einen solchen Gang klar an. Bei den baumförmig verzweigten Drüsen schienen mir beide Fälle vorzukommen, nämlich einerseits die Bildung selbstständiger Höhlen und secundäre Verbindung mit einem andern Drüsengange und anderseits unmittelbare Seitenausstülpung aus dem letztern. Reichert dehnte nach seinen Untersuchungen den erstern Typus auf alle Drüsen aus. So klar nun aber die erste einfachere baumförmige Verzweigung und die sich immer vermehrende Verästelung der Drüsengänge ist, so schwierig ist es über die feineren Bildungsmomente dieser Theile ein Urtheil zu fällen. Betrachten wir z. B. ein Stückchen Lunge eines 2½″ langen Schaffötus, so erscheint die Ramification der Luftröhrenäste am Rande oft in der Form, wie sie Fig. 66 gezeichnet worden. Die Höhlungen marquiren sich gerade hier bei ihrer Größe, bei ihrem Mangel an Füllung mit Epithelialkörnern und bei der verhältnißmäßigen Stärke ihrer Wandungen schärfer oder wenigstens in die Augen fallender, als bei den übrigen Drüsen. Einzelne Nebenbläschen erscheinen ihrem Hauptaste sehr nahe aufgesetzt und unter stärkeren Vergrößerungen erhält man bisweilen eine Anschauung, wie sie Fig. 67 gezeichnet worden, d. h. das seitliche Bläschen hat eine scheinbar für sich abgeschlossene Höhlung. Allein gerade hier ist eine Täuschung sehr leicht möglich, da ein von oben gesehenes nicht flächig liegendes, sondern schief bis senkrecht stehendes Nebenköpfchen ein ganz ähnliches Bild gewähren kann. Es ereignet sich daher, daß sich so scheinbar in ihren Höhlungen isolirte Nebenbläschen nach Behandlung mit kaustischem Kali, wobei die Luftröhrengänge während der Einwirkung körnig werden, in der Art darstellen, wie es Fig. 68 gezeichnet worden, und daß die Isolation ihrer Höhlung von der des Hauptganges wieder zweifelhaft werden kann. In der Parotis zwei- bis dreizölliger Schafembryonen kann man bisweilen eine Beobachtung machen, welche sich zunächst hier anschließt. Man sieht nämlich häufig ein mit Kernbildung angefülltes Köpfchen, welches mit dem benachbarten Drüsengange durch ein helles, noch keine Kernformationen enthaltendes Stück in Verbindung steht. Hieraus dürfte vielleicht folgen, daß die Hülle (Mittelmembran) früher, als die endogenen Körperchen entstehen.

Auch die Leber erscheint im Embryo als eine verzweigte Drüse. In der schon compacten Leber noch extremitätenloser Froschlarven erkennt man die feineren Drüsengänge in ihren Luminibus auf dünneren Fragmenten noch sehr deutlich. Auch bei feinen Durchschnitten der Leber von einem Weingeisteremplare eines 5 monatlichen menschlichen Embryo glaubte ich noch etwas Aehnliches zu sehen. Für die röhrigen Drüsen scheinen zwei in dem Gesetze der isolirten Entstehung zwar übereinstimmende, in ihren Formen aber abweichende Typen zu existiren. Einerseits nämlich treiben die isolirten Höhlungen in den Nieren Knospen, die erst durch später vorherrschende Verlängerung zu Röhren werden, sich bei zunehmender Länge verknäueln und endlich in Rinden- und Markkanälchen sondern. Anderseits bilden in den Hoden und auch in den Eierstöcken die ersten Abtheilungen für die künftigen Röhren mehr leistenartige, einander näher und parallel

liegende, im Innern hohl werdende Theile. Bei den röhrigen Hautdrüsen erscheint die Einwickelung des Drüsenschlauches in dem untern Theile, während die mittlere schon einfache Partie desselben entweder gerade oder schwach gebogen bis einfach spiralig, der oberste Theil noch mehr gerade verläuft. Diese verschiedenen Formen sieht man z. B. auf senkrechten Schnitten der Haut des Zeigefingers eines 4½ monatlichen menschlichen Embryo vorzüglich nach Anwendung von Essigsäure.

Eine den Forderungen der Physiologie entsprechende chemische Analyse des Drüsengewebes überhaupt oder nur desjenigen Einer Drüse ist bis jetzt noch nicht vorhanden. Ueber die chemische Beschaffenheit der einzelnen wichtigeren Absonderungen s. die Art. Speichel, Galle, Harn, Milch, Samen u. s. w. Das Physiologische der conglomerirten Drüsen s. in d. Art. Absonderung.

b) Blutgefäßdrüsen.

Unter diesem unbestimmten Namen oder unter dem der vasculösen Ganglien versteht man eine Reihe von Organen, wie die Milz, die Nebennieren, die Schilddrüse und die Thymus, deren Structur noch sehr unbekannt, und deren Functionen wo möglich noch dunkeler sind, und welche neben ihren meist reichlichen Blutgefäßen (und Lymphgefäßen) noch eigenthümliche, ihr Parenchym (oder zum Theil auch ihr Secret) darbietende Körner frei oder in Zellen eingeschlossen enthalten. Bei der Milz und den Nebennieren beschränkt sich die Höhlenbildung auf bloße Gefäßcavitäten, während die Schilddrüse und die Thymus ein eigenthümliches, wenigstens nach unserm gegenwärtigen Wissen abgeschlossenes Höhlungssystem besitzt.

In dem braunen Parenchyme der frischen Milz des Menschen und der höheren Thiere fallen zunächst die mit starken Scheidenbildungen versehenen Schlagadern, scheidewandartige, sich zum Theil netzförmig verbindende fibröse Gebilde und einzelne weiße Bläschen, die man mit dem Namen der Milzbläschen bezeichnet, auf. Die letzteren sind oft, vorzüglich bei älteren Leichen und bei Krankheiten der Milz, unkenntlich, erhalten sich aber bisweilen auch an erweichten Milzen und wurden daher, vorzüglich früher, bei dem Menschen, wo sie jedoch auch entschieden vorhanden sind, oft geleugnet. Durch das Trocknen der aufgeblasenen Milz fallen sie nach Giesker bei dem dadurch entstehenden Flüssigkeitsverluste zusammen. Ob sie während der Erection der Milz und während der Verdauungsthätigkeit größer werden oder nicht, ist noch unbekannt. Genauere, vorzüglich auf Injectionen fußende Erfahrungen ergeben aber folgende Verhältnisse. Die Zweige der Milzarterie werden von festen fibrösen Scheiden, welche auf Durchschnitten sogleich auffallen und auch jene oben erwähnten scheidewandähnlichen Gebilde hervorrufen, eingehüllt. An ihnen haften sie theils einzeln, theils gruppenweise, vorzüglich an den Theilungsstellen der Arterien, entweder unmittelbar oder mittelst eines Stieles, welcher letztere dann die auf der Oberfläche des Milzbläschens sich reichlich verzweigenden Blutgefäßstämmchen enthält. Die Venen bilden reichliche Anastomosen und öfters venöse Maschenräume, so daß die Milz durch Füllung mit Blut oder Injectionsmasse ihr Volumen verändern und in eine Art von Erection, welche nach den Beobachtungen von Gerber bei Pferden in der That während der Verdauung vorkommt, gerathen kann. Wie die reichlichen Lymphgefäße der Milz in ihrem Innern verlaufen, ist noch durchaus räthselhaft. Zwischen den Gefäßen aber bleibt ein röthlich braunes oder bisweilen mehr bläuliches weiches Parenchym. Die

ohne viele Mühe netzförmig herauszupräparirenden Scheiden, welche sich z. B. bei dem Rinde sehr leicht longitudinal zerfasern lassen, bestehen hier aus deutlichen elastischen, sich oft theilenden und zum Theil anastomosirenden Fasern. Vorzüglich an den Rißrändern und hier zum Theil quer oder schief hervorstehend sieht man äußerst blasse platte Fasern, welche in ihrer Zusammenfügung auch helle Membranen darstellen, zum Theil mit Kernen belegt sind, zum Theil einfach, zum Theil feiner gefasert erscheinen und durch Essigsäure ganz unkenntlich werden, während die elastischen Fasern dann nur deutlicher hervortreten. In den unverletzten, leise comprimirten Milzbläschen erkennt man an der Oberfläche die sehr reichlichen, häufig noch mit Blut gefüllten Capillaren und in der Tiefe ganz dicht, pflasterartig neben einander gelagerte, graue, meist rundliche granulirte Körper von 0,0025''' mittlerm Durchmesser, welche bei dem Herausdrücken hell, und theils einfach, theils körnig, selten auch als wahre gekernte Zellen erscheinen. Während sie aber in Masse dem freien Auge blaß bis grauweiß vorkommen, ist die übrige Parenchymsubstanz braunroth bis bläulich. In ihr erkennt man unter dem Mikroskope theils blasse Körper, denen der Milzbläschen ähnlich und vielleicht selbst von ihnen herrührend, theils saturirtere ähnliche Gebilde, theils rothe verkrümmten oder verkrüppelten Blutkörperchen ähnliche Körperchen verschiedener Größe und Form, theils endlich blasse zum Theil gekernte Fasern, wie sie schon bei Gelegenheit der Arterienscheiden erwähnt wurden. Alle drei Arten von Kerngebilden erhalten sich in Essigsäure auf eine kenntliche Weise. Wie es scheint überall, erzeugen die Fasern die Grundlage, an welcher sich die Körperchen und zwar die gefärbten oft haufenweise befinden.

In der Nebenniere verlaufen nach den Beobachtungen von Joh. Müller und Nagel die Capillarzweigchen der Blutgefäße mit mehr oder minder gestreckten Netzen gegen die Mitte des Organes, gehen dann in ein Venennetz über und münden durch dieses in die im Centrum befindliche Hauptvene, deren Höhlung früher für eine eigenthümliche Cavität dieses Organes gehalten worden. Die Nebenniere sowohl, als ihre Kapsel erhalten sehr reichliche Nervenzweige. Bisweilen tritt aber auch ein Zweig nur durchbohrend durch die Substanz des Organes durch. Nach Henle finden sich in dem Parenchyme ganglienkugelartige Zellen, welche nach ihm, wie nach Pappenheim reihenweise gestellt sind und die vielleicht zum Theil mit einander verschmelzen. In Essigsäure lösen sich zuerst die Zellen und später auch die Kerne derselben auf.

In der Schilddrüse sowohl als in der Thymus läßt sich durch gelungene Injectionen an jedem noch so kleinen mikroskopischen Läppchen ein sehr feines und zierliches Capillargefäßnetz darstellen. In dem aus der nicht krankhaft vergrößerten Schilddrüse des Hundes auszupressenden, durch Essigsäure gerinnbaren Saft bemerkt man neben Oeltropfen größere und kleinere kugelrunde, mit scharfer Contourlinie versehene, oft deutliche Kerne mit oder ohne körnigen Inhalt darbietende Zellen, welche bisweilen paarweise doppelbrodartig zusammenhängen. (Fig 91 a) Bisweilen erkennt man dann noch die sie trennende gerade Grenzlinie, bald aber auch nicht. Auf feinen mit dem Doppelmesser bereiteten senkrechten Durchschnitten sieht man eine faserige membranöse Grundlage, welche an einzelnen Stellen Hohlräume erzeugt. An den Wandungen der letzteren bemerkt man dieselben Kugelzellen, wie in dem Safte der Schilddrüse theils pflasterartig zusammengehäuft, theils mehr zerstreut. Im erstern Falle platten sie sich auch

sogar gegenseitig ab. An anderen Stellen der Fasermasse dagegen erblickt man meist rundliche weiße Körperchen, die viel kleiner als jene Zellen, aber größer als die Kerne derselben und ganz solid sind. Einzelne Höhlen der Thyreoidea enthalten auch sehr dichte Anhäufungen von Fettkugeln. Nach Behandlung mit Essigsäure erkennt man in der faserig membranösen Grundlage sehr zahlreiche, meist längsovale, aufgelegte, saturirtere und blassere Kerne. Jedes der kleinsten Läppchen der Thymus enthält eine sehr große Menge von kleinen Körperchen von 0,0025''' mittlerm Durchmesser, deren wichtigste schwerer zu beschreibende, als durch unmittelbare Anschauung kennen zu lernende Formen Fig. 65 dargestellt worden. Bisweilen erscheinen auch neben ihnen größere kernhaltige Zellen, ähnlich denen in dem Safte der Schilddrüse. Die Körperchen liegen nicht frei, sondern, wie man z. B. bei 3'' langen Rindsembryonen sieht, von einer Haut eingeschlossen. Um diese herum geht eine mit Kernen versehene Umhüllungshaut, die hier schon frisch unmittelbar auffällt.

c. Lymphdrüsen.

Von ihnen wurde schon bei dem Gefäßsysteme gehandelt.

3. Darstellungen aus der speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers.

1. Allgemeine Bemerkungen über das Nervensystem, das Gefäßsystem und die Bewegungsorgane.

Die nothwendige Kürze bedingt es, daß wir in dieser mehr aphoristischen Darstellung einiger der wesentlichsten Punkte der speciellen Gewebelehre des Menschen die drei in der Ueberschrift genannten Systeme gänzlich übergehen. Während die Hüllen des centralen Nervensystemes als faserige, von Pflasterepithelien bekleidete Häute im Ganzen weniger speciell Interessantes darbieten, wurde die mikroskopische Constitution der Adergeflechte, des Hirnsandes und der allgemeinen Elemente des menschlichen Nervensystemes schon in dem zweiten Abschnitte behandelt. Eine specielle Darstellung der Vertheilung der verschiedenen nervösen Substanzen gehört nicht hierher, sondern in die descriptive Anatomie des Menschen. Dasselbe gilt von dem Gefäßsysteme, dessen allgemeinere Gewebtheile schon in dem zweiten Abschnitte ebenfalls geschildert worden. Ebenso müssen wir uns der nothwendigen Kürze wegen von jeder speciellen Localbeschreibung der Conformation der Gewebeelemente der Bewegungsorgane fern halten. Eine Schilderung der Detailverhältnisse der Knochenelemente würde viel zu weit führen. Die Verbreitung der verschiedenen Knorpel- und Fasersubstanzen in den passiven Bewegungsorganen des menschlichen Körpers wurde schon in dem zweiten Abschnitte geschildert. Es bleibt daher hier nur noch detaillirter anzugeben übrig, wo in unserm Organismus quergestreifte und wo einfache Muskelfasern existiren. Zusammengesetzte Muskelfasern haben alle äußeren Muskeln des Kopfes, des Rumpfes und der Extremitäten, die sechs Augenmuskeln, die m. m. tensor tympani und stapedius (und nach Krause in einzelnen (gewiß nur seltenen) Fällen der laxator tympani), die Musculatur der Zunge, des weichen Gaumens, des Schlundes und des obern Theiles der Speiseröhre, das Herz, das Zwerchfell, die m. m. quadratus

lumborum, psoas, pyriformis, obturator und iliacus internus, coccygeus, curvator coccygis, levator ani, sphincter ani externus, retractor ani, transversi perinaei externus und internus, die beiden Lagen des constrictor isthmi urethrae des Mannes, die m. m. ischio-cavernosus und bulbo-cavernosus und endlich die m. m. depressor urethrae muliebris und constrictor cunni. Einfache Muskelfasern von ganz ausgebildetem Typus zeigen die Speiseröhre, der Magen und der ganze Darm bis zur Aftermündung, der Sphincter ani internus und die Harnblase nebst der Harnröhre. Einfache Fasern mehr oder minder bisweilen in muskulöse Fasern übergehend finden wir in der Iris, den Ausführungsgängen der Drüsen, der Gallenblase, der Luftröhre und deren Verzweigungen, den cavernösen Körpern, vorzüglich des Penis, in dem Ligamentum pubo-vesicale, dem Uterus, dem Ligamentum uteri latum, und der Tunica dartos (und dem Gewebe der Brustwarze, so wie den Gefäßen). Wo ein hohles, in seiner Mittelschicht mit einfachen Muskelfasern versehenes Organ in einen dünnern Kanal übergeht, setzen sich jene Fasern auf diesen, z. B. von der Harnblase auf die Harnröhre fort. An dem Schlunde und dem obersten Theile der Speiseröhre entsteht hierdurch eine eigene Einschließung, indem die sich nach oben immer mehr verdünnenden, an der Schleimhaut verlaufenden Lagen einfacher Fasern von den umgekehrt nach unten zu stets sparsameren quergestreiften Muskelfasern äußerlich bedeckt werden.

2) Sinnesorgane.

a. Auge.

Die äußere Haut der **Augenlieder** stimmt im Wesentlichen mit der übrigen äußern Haut des Gesichts überein. Die eingebetteten feinen Härchen zeigen gleich anderen feinen Haaren sehr lange, eingesenkte Schafttheile. Das subcutane Zellgewebe, welches, je näher dem Tarsalrande, um so fettarmer wird, vermischt sich am obern Augenliede bis zu seinem Rande mit den von dem Aufheber des obern Augenliedes (und der obern Partie des Kreismuskels des Auges) ausstrahlenden Muskelfasern. Am untern Augenliede ist oft das Zellgewebe straffer, so daß die äußere Haut inniger anliegt. Hier reicht auch meist die Fettablagerung im Zellgewebe weiter gegen den Tarsalrand hin. Allein auch hier erstrecken sich quergestreifte Muskelfasern der untern Hälfte des Kreismuskels des Auges bis dicht an den Augenliedrand. Ein sehr großer Theil dieser Muskelfasern verläuft dann hier quer dem Augenliedrande parallel. Die Cilien selbst haben im Wesentlichen dieselbe Structur, wie die übrigen Haare des Körpers. Zwischen und über ihren Wurzeltheilen liegen schon Endtheile der **Meibom'schen** Drüsen. Diese, welche unter den Zellgewebe- und den Muskelschichten tief nach innen liegen, stellen sich bei ihrer gelblich weißen Färbung schon dem freien Auge in ihrer Drüsenstructur dar. Bei ihrer Einbettung in die Substanz des Tarsus bilden sie longitudinale, oft sanfte Biegungen machende, aus einzelnen, nach beiden Seiten hin sich wendenden Säckchen bestehende Träubchen, welche wegen des beständigen Reichthums ihres Inhaltes dem freien Auge gelblich weiß und unter dem Mikroskope dunkel erscheinen. Zwischen den in den mannigfaltigsten Richtungen dicht verwebten Fasern des als Faserknorpel anzusprechenden menschlichen Tarsus lassen sich nur sparsame Kerne und Zellen wahrnehmen.

Die **Bindehaut** hat längs ihrer ganzen Ausdehnung an ihrer Oberfläche ein Pflasterepithelium, in welchem größtentheils polygonale, an einzelnen

Ecken oft abgerundete, in der Tiefe meist cylindrische Zellen vorkommen. Dieses Epithelium folgt, vorzüglich an der Bindehaut der Augenlieder und zum Theil an der Sklerotica den Hügelchen oder Warzen, welche die Conjunctiva nach Analogie der Tastwarzen der Haut darstellt und die sich nach der Cornea hin immer mehr verlieren. Die subepidermidale Faserschicht stimmt aber nicht mehr mit der Faserbildung des Corium überein, sondern hat feinere, weichere, zartere Fasern. Innerhalb dieses Gewebes verlaufen dann die Blutgefäßnetze und die Nervengeflechte. Das letztere ist selbst noch an der Hornhaut der Fall, obwohl hier die zwischen dem Epithelium und der eigentlichen Substanz der Cornea befindliche Faserschicht so gut als gänzlich mangelt. Die halbmondförmige Falte bildet ein rudimentäres drittes Augenlied, welches bei Thieren nicht selten einen Knorpel enthält. Die an Blutgefäßen und nicht selten an Fettablagerungen verhältnißmäßig reiche, sogenannte Thränencarunkel enthält zahlreiche Hautdrüsen, welche schon ohne Vorbereitung, vorzüglich aber nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure deutlich werden und in deren Mitte sich nach Pappenheim oft ein Haar, analog den Talgdrüsen der Haut befindet.

Die beiden Abtheilungen der Thränendrüse zeigen den gewöhnlichen Drüsenbau. Ihre rundlichen Endköpfchen sitzen in den kleinsten Läppchen ziemlich eng knospenartig bei einander, während die Verzweigung der Schläuche rein baumförmig erfolgt, so daß selbst die letzten Gänge noch eine verhältnißmäßige Länge besitzen. Die Thränenkanälchen (Cornua limacum) sind nach Pappenheim faserig und haben einen Epithelialüberzug von dem Charakter des Flimmerepithelium. Der sogenannte Horner'sche Muskel besitzt, insofern er überhaupt selbstständig ist, quergestreifte Fasern. Die contractilen, unter einander sich verflechtenden Fasern des Thränensackes verlaufen theils mehr longitudinal, theils mehr transversal, theils mehr schief. Das Epithelium besteht aus Flimmercylindern.

Alle Augenmuskeln haben quergestreifte Muskelfasern. Fett und Beinhaut der Orbita geben zu keinen besonderen anatomischen Bemerkungen Veranlassung.

Die Hornhaut zeigt außer der Conjunctiva corneae, den Blutgefäßen und Nerven als Substanzlage ein faserig lamellöses Gewebe, welches sich durch Einwirkung verschiedener Agentien, z. B. von heißem Wasser, Alkohol sehr leicht milchig trübt und undurchsichtig wird. Die zu mannigfachen Plexus verbundenen Fasern bestehen aus sehr dünnen einfachen Fäden, welche nicht selten schon frisch, vorzüglich bei Beschattung und noch leichter nach Behandlung mit Alkalien, Holzessig, Galläpfeltinctur erkannt werden können. Die Fasern sind oft platt und zeigen nicht selten in ihren größeren Bündeln, sobald sie isolirt worden, wegen ihres elastischen Zurückspringens mehr oder minder dichte Querlinien und etwas rauhe bis zackige Ränder. An einzelnen Stellen sieht man rundliche bis länglichrunde Kernbildungen. Indem sich diese Fasern mannigfach durchweben, bilden sie die Lamellen der Hornhaut, in welchen vielleicht noch ein Bindestoff, der leicht Wasser aufnimmt, existirt. Denn die isolirten Lamellen gewähren nicht immer auf den ersten Blick das Ansehen eines Fasergewebes, sondern nicht selten auch einer unregelmäßig krümlichen oder auch körnigen Masse. Die Demours'sche Haut zeigt sich als ein wasserhelles, bei Beschattung, besonders bei dem Pferde und dem Ochsen, feinfaserig erscheinendes festes Häutchen, welches an seiner innern Fläche mit Epithelialpflastern bedeckt ist, nach vorn und außen dagegen an die innersten Schichten der Hornhaut stößt. In der wässerigen Feuchtigkeit entdeckt man höchstens

kleine, aber unter einander ungleich große, sparsame Körnchen und körnige Körperchen.

Das Fasergewebe der harten Haut des Auges ist anatomisch, wie chemisch von dem der Hornhaut verschieden. Die Fasern der Sklerotica sind feine cylindrische Fäden, welche sich leicht wellenförmig biegen und schlängeln, sich bisweilen sogar vollständig knieförmig einknicken, unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte eine schwach röthlichgelbe Farbe darbieten, durch Essigsäure heller und durchsichtiger und endlich in eine gelatinöse Masse verwandelt werden, während dann zerstreute Kerne und Umhüllungsfasern zum Vorschein kommen. Die Hauptzüge der Bündel laufen, indem sie mannigfache Plexus unter einander bilden, wahrscheinlich in fortschreitenden Schraubenlinien, bald mehr quer, bald mehr schief und von hinten nach vorn gerichtet. Bei Untersuchung frischer Präparate hat es auf den ersten Blick nicht selten den Anschein, als gingen die Fasern der Sklerotica in die der Hornhaut über. Die Untersuchung erhärteter oder mit Holzessig behandelter und dann getrockneter Präparate bestätigt aber, was schon das genauere Studium der Gewebe beider andeutet, daß nämlich kein unmittelbarer Uebergang stattfindet, und daß in den Skleroticazacken Endplexus, zwischen welchen die Corneazacken hinein greifen, existiren. Die braune Schicht oder die sogenannte Spinnwebehaut der Sklerotica, deren Selbstständigkeit als Augenhaut noch mehr als zweifelhaft sein dürfte, ist ein zellgewebiges, mit blassen Umhüllungsfasern versehenes Häutchen, an welchem reichliche meist verästelte Pigmentzellen haften, und welches auch oft länglichrunde zerstreute Kerne (Schaf) darbietet.

Die Substanzlage der Regenbogenhaut, welche nach vorn von ihrem zelligen Epithelium, nach hinten von den Pigmentzellen der Traubenhaut bedeckt wird, zeigt, wenn sie vollständig gereinigt ist, auf den ersten Blick uns vorzugsweise Fasern, welche mehr mit denen der Zellgewebe, als mit muskulösen übereinzustimmen scheinen. In der That finden sich auch reichliche Fasern, welche aus sehr feinen, sich schlängelnden, scheinbar sehnigen bis zellgewebigen Fäden bestehen. Die wahren Muskelfasern der Iris dagegen erscheinen bei durchfallendem Lichte weißer, sind straffer, oft platt, erinnern sehr an die einfachen Muskelfasern der Mittelhaut des Darmkanals, haben oft Zellenkerne an und zwischen sich, verlaufen strahlig, circulär und schief und bilden bei dem Menschen in einer innern circulären Hauptgruppe den sogenannten Schließer der Pupille, während außerdem noch eine äußere kreisförmige Gruppe meistentheils vorkommt. Da die essigsaure Lösung durch Eisenkaliumcyanid reichlich niedergeschlagen wird, so schloß Berzelius, noch ehe die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung bekannt waren, auf muskulöse Bestandtheile der Regenbogenhaut. Die einzelnen Muskelfasern bilden Plexus mit oft bogenartigen Stämmchen. Die Hauptmasse des Pigmentes liegt an der hintern Fläche in Form von meist pflasterförmigen Pigmentzellen, welche oft den Blutgefäßen folgen und von denen nach Pappenheim die jüngste Schicht diejenige ist, welche der hintern Augenkammer zunächst liegt. Die schichtenweise abgelagerten stärkeren Pigmentbildungen erzeugen die Traubenhaut. Theils von ihrer Stärke, vorzüglich aber von Pigment, welches in und an der Regenbogenhaut selbst haftet, hängt die Farbe der Iris, oder, wie man im gewöhnlichen Leben sagt, des Auges ab. Die Blutgefäße und Nervenplexus verlaufen in der Substanzlage der Regenbogenhaut.

Die Aderhaut des Auges besteht aus einer starken Substanzlage, welche sowohl an ihrer äußern, als an ihrer innern Oberfläche eine Pigmentschicht hat. Die erstere enthält die Stämme und Wirbel der Blutgefäße und neben

einzelnen Nervenstämmen einfache, denen des Zellgewebes isomorphe Fasern. Isolirt faltet sie sich leicht und läßt nach Behandlung mit Essigsäure auch zerstreute länglichrunde kernähnliche Körper an sich erkennen. An den Blutgefäßstämmen haftet ein Theil des Pigmentes, welches oft verästelte Pigmentzellen darbietet, inniger und fast unzertrennbar. Die innere Pigmenthaut bildet eine Art pigmentirten Pflasterepitheliums, in welches nach Hannover die Stäbchen der Jacob'schen Haut, wie in Scheiden hineinragen. Die äußere Pigmentlage zeigt schichtenweise gelagerte rundliche, polygonale und verästelte Pigmentzellen, welche durch ein feinfaseriges Substrat vereinigt werden.

Von dem Baue der Netzhaut wurde schon das Wichtigste in dem zweiten Abschnitte angeführt. An einem frischen, wegen eines Knochenleidens der Orbita exstirpirten, gesunden Auge konnte ich mich überzeugen, daß auch bei dem Menschen die innere Körnchenschicht und die Ausbreitung der Nervenkörper in den gewöhnlichen Verhältnissen existiren. Der gelbe Fleck erzeugt unter dem Mikroskope eine Anschauung, als wären die Theile, welche er betrifft, mit concentrirter Salpetersäure verbrannt. Daß jedoch etwas der Art wahrhaft nicht stattfinde, lehrt der Umstand, daß Betupfen desselben mit einer Lösung von kaustischem Kali die Färbung nicht sogleich aufhebt, sondern eher auflösend als entfärbend wirkt. Das Centralloch beruht auf einem Substanzverluste, der von innen nach außen vor sich geht, so daß er die Körnchenschicht und die Nervenkörper angreift, während er oft die Primitivfasern und vielleicht immer die Jacob'sche Membran unversehrt läßt. Oft erscheint die Oeffnung in Form einer länglichen, einerseits allmälig verlaufenden, anderseits mit einer blinden runden Grube (welche letztere am tiefsten ist und den meisten Substanzverlust nach sich zieht) endigenden Furche.

Die Linsenkapsel ist eine durchsichtige straffe und verhältnißmäßig harte, schon in dem zweiten Abschnitte näher beschriebene Haut, welche an ihrer vordern Fläche außen ein durchsichtiges Pflasterepithelium hat. In der Regel erscheint sie hier blutgefäßlos. In einem Falle jedoch, wo ich Linse und Glaskörper im Zusammenhange aus dem gesunden Auge eines erwachsenen Mannes unter das Mikroskop brachte und die vordere Linsenkapselwand unter starker Vergrößerung betrachtete, sah ich in ihnen verzweigte Röhren, welche sehr an Capillaren, die ihres Blutes entleert waren, zu erinnern schienen. Nerven sind in ihr bis jetzt nicht beobachtet worden. Dicht unter der Linsenkapsel zwischen ihrer Innenfläche und der eigentlich faserigen Linsensubstanz beobachtet man helle, bald mehr rundliche, bald mehr in gegenseitiger Aneinanderlagerung polygonale Zellen, welche oft einen hellern Inhalt und saturirtere, meist rundliche bis länglich runde Kerne darbieten und in Verbindung mit ihrem Cytoblastem die sogenannte Morgagni'sche Feuchtigkeit bilden. Im Ganzen sind sie in solchem Grade halbdurchsichtig, daß durch sie schon an vielen Stellen die unter ihnen befindlichen Linsenfaserbildungen als Streifen hindurch scheinen. Sie scheinen an verschiedenen Stellen der Linse ungleich vertheilt und vorn stärker, als hinten zu sein. Untersucht man die noch in ihrer Kapsel enthaltene Linse, so sieht man sie z. B. an der Mitte der vordern Fläche dicht an einander gehäuft, während sie an einzelnen Stellen des Randes nur zerstreut existiren oder gar fehlen, und wahrscheinlich durch eine durchsichtige structurlose Masse ersetzt werden. Ebenso sind sie unter einander von verschiedener absoluter Größe und zeigen verschiedene relative Verhältnisse des Volumen und der Ausbildung des Kerns und der umgebenden Zelle, so daß sich hieraus schließen lassen dürfte, sie sei der morphologische Ausdruck einer in einer Ernährungsentwickelung begriffenen Substanz. Die Hauptmasse der Linse bildet

die Fasersubstanz derselben. Verfertigt man sich einen senkrechten, durch den Mittelpunkt der Linse durchgehenden, sehr feinen Breitenschnitt, und gelingt es, denselben ohne bedeutendere Verschiebung unter das Mikroskop zu bringen, so sieht man zum Theil schon in ganz frischem Zustande, vorzüglich aber nach Befeuchtung mit Essigsäure, welche die Linsensubstanz gleich einem caseinhaltigen Körper trübe macht, daß die Fasern concentrisch gleich den Schaalen einer Zwiebel verlaufen. Nach Behandlung mit Säuren, z. B. Chlorwasserstoffsäure lassen sich diese Blätter von einander loslösen. Den Flächen nach verlaufen die Linsenfasern sowohl auf der vordern, als der hintern Fläche in Wirbelbogen, welche in ihren einzelnen Linien mit ihrer Convexität gegen einen Radius gerichtet sind und sich continuirlich von der vordern auf die hintere Fläche begeben. Um diesen Radius liegen zu beiden Seiten mehr oder minder symmetrisch Bogen. Diese an der vordern und der hintern Fläche unter einander verschiedenen Halbmesser stoßen vorn und hinten nach Werneck nicht in Einem Mittelpunkte, sondern zu einem Mittelkörper zusammen, welcher von der vordern Fläche mehr dreieckig ist, während er an der hintern mehr zwei, mit ihren Convexitäten einander zugekehrten und durch einen Mittelkörper verbundenen Halbmonden gleicht *). Indem die einzelnen Linsenfasern, welche sich gegen ihr Ende zu verschmälern und abgerundet zu schließen scheinen, dicht an einander liegen, werden sie an ihren Seitenwänden gradflächig. Ihr senkrechter Durchschnitt zeigt daher an das Pflanzenzellgewebe erinnernde sechseckige Figuren. Im Allgemeinen sind sie so durchsichtig, daß sie nur bei gedämpftem Lichte in ihren Details studirt werden können. Oft zeigen sie an ihren Rändern oder auf der Fläche ihrer Seitenwandungen einen kleinen, meist unregelmäßigen Körnchenbeleg; bisweilen Querlinien, welche entfernt an die Querstreifen der Muskeln und bisweilen feine Zacken, welche an die Zacken der Linsenfasern der Fische erinnern. Gleichwie die Dichtigkeit der Schichten und die Feinheit der Fasern nach dem Kerne hin zunimmt, so dürfte vielleicht auch ein morphologischer Entwickelungsfortschritt von außen nach innen stattfinden. An dünnen Schichten des Centraltheiles liegen sie so dicht und so regulär an einander und sind in ihrer Breite oft so wenig unterschieden, daß man bei ihrer Anschauung unwillkürlich an ein sehr feines Glasmikrometer erinnert wird.

Der Glaskörper ist seinem feinern Baue nach so gut, als unbekannt. Die frühere und fast noch jetzt allgemein gültige Annahme, daß er von einer äußern wasserhellen Haut, Membrana hyaloidea, umschlossen werde und daß die Fortsetzungen derselben im Innern ein zelliges Netzwerk, dessen Maschenräume mit einer Flüssigkeit erfüllt seien, darstellen, beruht auf unvollständigen Beobachtungen mit freiem Auge, besonders auf der Wahrnehmung des Ausfließens kleiner Quantitäten einer flüssigern Masse nach Anschneiden des Corpus vitreum, so wie auf dem Phänomene, daß sich nach dem Gefrieren die Eismassen nicht zusammenhängend, sondern in kleineren, den Zellenräumen entsprechenden Größen vorfinden. Die Bemühungen, unvorbereitet seine mikroskopische Structur zu erforschen, waren, wie noch die neuesten Mittheilungen von Henle beweisen, so gut, als erfolglos. Erhärtete Pappenheim einen Glaskörper in kohlensaurem Kali, so wurde er weiß und ließ sich zwiebelartig in concentrischen Schichten abblättern. In den Lamellen zeigten sich sehr feine Fasern und hin und wieder, doch mehr als zufälliges Nebenproduct auftretende Körnchen. Daß an der Außenfläche der Begrenzungshaut des Glaskörpers

*) Ueber den speciellen hierher nicht gehörenden Verlauf der Linsenfasern s. Pappenheim, die specielle Geweblehre des Auges. Breslau, 1842. 8. S. 177, 178.

ein zelligtes, von den Bestandtheilen der Netzhaut und der Gefäßausbreitung auf derselben leicht zu sonderndes Epithelium existire, ist selbst bei dem Menschen leicht zu beobachten.

Das in seiner Grundsubstanz zellgewebige Ciliarband enthält außer den Blutgefäßen vorzüglich äußerst zahlreiche Geflechte und zum Theil Endschlingen von Primitivfasern der Ciliarnerven. Die Membran, innerhalb welcher die gewundenen Blutgefäße der Ciliarfortsätze liegen, wird von oft rundlichen Epithelialzellen bedeckt. Ueber diesen liegen die oft verzweigten Pigmentzellen. Ob die Fasern des Ciliarkörpers contractil seien oder nicht, läßt sich weder nach dem anatomischen Verhalten, noch durch bestimmte physiologische Versuche entscheiden. Die Zonula Zinnii besitzt eigenthümliche, meist radial verlaufende, oft blasse und sich theilende Fasern. An dem Ciliartheile der Netzhaut erkennt man vorzugsweise die zelligten Gebilde. Die Jacob'sche Membran erstreckt sich nicht so weit nach vorn. Ob einzelne Primitivfasern bis hierher gehen oder nicht, ist noch ein Gegenstand des Streites.

b. Geruchsorgan.

Die äußere Haut der Nase stimmt im Wesentlichen mit der übrigen Haut des Gesichtes überein. Nur hat sie, wie im Speciellen bei Gelegenheit des Tastorganes näher erläutert werden soll, stärkere Talgdrüsen, welche vorzüglich in dem Winkel dicht an dem Rande der Nasenflügel liegen. Zwischen den einzelnen Haarbälgen sieht man noch bisweilen auf feinen senkrechten, vorzüglich mit Essigsäure durchsichtiger gemachten Schnitten große einfache Bälge, die sogenannten Mitesser, welche bald für erweiterte Haarbälge, bald für vergrößerte Talgdrüsen gehalten worden sind. Eben so zeigen auch die Vibrissae die Structur der gewöhnlichen mittelgroßen Haare. Alle Nasenknochen haben ächte Knochen-, so wie alle Nasenknorpel ächte Knorpelsubstanz. Auf einem horizontalen Querschnitte aus der Mitte des Scheidewandknorpels sieht man an den beiden (seitlichen) Rändern an dem Perichondrium, jenen Randbegrenzungen parallel laufende und meist spindelförmige Knorpelkörperchen. In der Mitte lassen die hier größer und zusammengesetzter werdenden Knorpelkörper eine vorzugsweise Richtung von dem rechten zum linken Rande des Scheidewandknorpels oder umgekehrt, deutlich erkennen. Auch auf perpendikulären Schnitten stellt sich die Richtung der Knorpelkörper der Mittelmasse quer dar. Auf senkrechten von unten nach oben gehenden Schnitten der Seitenwandknorpel sowohl, als der unteren Nasenknorpel erscheinen die größeren Knorpelkörper transversal von außen nach innen oder umgekehrt gestellt. Dasselbe ist auch sogar, so weit sich dieses bestimmen läßt, mit den drei oder vier kleineren Nasenknorpeln der Fall. Es scheint daher, daß für alle Nasenknorpel das Grundgesetz gelte, daß sich ihre Knorpelkörper, wenn sie bei fortschreitender Entwickelung eine ausgesprochenere Lagerungsrichtung darbieten, quer stellen.

Fast die ganze Schleimhaut der Nasenhöhle wird von einem Flimmerepithelium bekleidet (S. d. Art. Flimmerbewegung). Auf sehr feinen senkrechten Durchschnitten sieht man hier bisweilen unter den pallisadenartig stehenden Flimmercylindern mehrfache Schichten jüngerer Zellgebilde, deren Kerne nach Befeuchtung mit Essigsäure deutlich hervortreten. Die ganze Anschauung erinnert lebhaft an ähnliche Bilder der Epidermis. Innerhalb der faserigen Grundmasse der Schleimhaut selbst sind die Schleim absondernden Drüsen äußerst zahlreich abgelagert, so daß man oft auf senkrechten fei-

nen Durchschnitten, z. B. aus der Mitte der Nasenscheidewand zwischen den einzelnen Drüsendärmchen nur geringere Interstitien der Grundsubstanz der Schleimhaut wahrnimmt. Der Drüsenreichthum dürfte hier dem der Magenschleimhaut wenig nachgeben. Zur Untersuchung der Drüschen selbst diente mir Befeuchtung mäßig feiner senkrechter Durchschnitte mit Ammoniak besser, als die Behandlung mit Essigsäure oder mit kaustischem Kali. Man sieht dann, wie jeder Därmchenhaufen von kreisförmig herumgehenden Fasern des Umhüllungsgewebes (und der Schleimhaut) umgeben oder isolirt wird. Meistentheils hat es auf den ersten Blick den Anschein, als seien diese Träubchen Endbläschen. Allein an vielen Stellen erkennt man sie als unverletzte oder durchschnittene gewundene Röhren, so daß man sich eher zur Ansicht neigt, daß sie meist Windungen langer Drüsenröhren seien. Die Wahrheit dürfte in der Mitte liegen. Denn lös't man ein Stück Schleimhaut los, macht es durch Ammoniak durchsichtig und betrachtet es von seiner Anheftungsfläche aus, so scheinen an einzelnen Stellen blinde Enden von Röhren, an anderen Windungen zu existiren. An der obern Fläche der Schleimhaut zeigen sich die einzelnen Mündungen dieser Drüsen, und werden von entsprechend laufenden Capillaren umstrickt.

Die mit weichen Hüllen versehenen Nervenfasern des Geruchsnerven bilden Geflechte mit rhomboidalen Maschenräumen.

c. Gehörorgan.

Dieses weicht dadurch von dem Auge ab und nähert sich mehr den anderen Sinnesorganen, daß ihm Gewebe, welche nur in ihm und in keinem andern Körpertheile vorkämen, mangeln. Die Haut des äußern Ohres stimmt im Wesentlichen mit der des übrigen Kopfes überein. Die Substanz des Ohrknorpels ist Faserknorpel, welcher, je nach den verschiedenen Stellen, in verschiedenen Ausbildungsverhältnissen erscheint. Der größte Theil der Ausdehnung der eigentlichen Ohrmuschel zeigt diejenige Form, welche man unter dem Namen des Netzknorpels aufgeführt hat, d. h. ein faseriges, oft granulirtes oder mit Körnchen bedecktes Netzwerk enthält in der Fläche, wie in allen Höhen rundliche bis länglichrunde, bisweilen auch mehr oder minder sphärisch dreieckige Maschenräume, von denen jeder von einem hellen Knorpelkörper ausgefüllt wird. Die meisten von diesen enthalten eine einfache, seltner eine mehrfache Kernbildung, welche ein einfaches (oder meist bei minderer Isolirtheit des Kernes mehrfaches) helles, oft durchsichtiges oder fettähnliches Kernkörperchen führt. Das letztere zeigt in benachbarten Körpern sehr verschiedene Größenverhältnisse, welche um das Fünf- bis Sechsfache des Durchmessers variiren können. Um das Kernkörperchen oder um den Kern existiren oft concentrische Streifungen. Durch Behandlung mit Essigsäure kann man das Netzwerk klarer zur Anschauung bringen. An einzelnen Stellen durchziehen eigene für die Blutgefäße bestimmte Räume diesen Knorpel. Das diesen letztern umgebende und zwischen ihm und der äußern Haut befindliche Fasergewebe ist vorzugsweise zellgewebig, enthält aber auch feinere elastische Fasern, so wie oft reichliche Fettablagerungen, und wird von den Blutgefäßen und Nerven des äußern Ohres durchzogen. Das Innere des Ohrläppchens ist, wie es auch schon die Untersuchung mit freiem Auge andeutet, eine weiche zellgewebige Masse, in dessen Räumen eine reichliche Fettablagerung stattfindet. Alle größeren und kleineren Ohrmuskeln enthalten quergestreifte Muskelfasern.

Die in der Haut des äußern Gehörganges eingebetteten Haare und

Ohrenschmalzdrüsen zeigen noch zu einander dieselben wesentlichen Verhältnisse, wie in der äußern Haut d. h. die Austrittsstellen der Haare und der Hauptausführungsgänge der Drüsen fallen in einen Raum zusammen. Nicht selten sieht man auf senkrechten Schnitten Haare, ohne daß Drüsengänge dabei erscheinen. Allein wenigstens der größte Theil solcher Anschauungen hat darin seinen Grund, daß durch die Verfertigung des Schnittes die Hautdrüsen entfernt werden. Im Ganzen scheinen die Ohrenschmalzdrüsen nur stärker entwickelte Hautdrüsen zu sein. Schon an dem äußern Ohre werden die Glandulae sebaceae nach Pappenheim an den vertieften Theilen stärker. Man bringt die Ohrenschmalzdrüsen schon für das freie Auge dadurch sehr leicht zur Anschauung, daß man sich senkrechte Hautschnitte verfertigt und diese mit verdünntem kaustischen Kali befeuchtet. Unter dem Mikroskope erscheinen sie auf dünnen, mit dem Doppelmesser verfertigten Schnitten, wie zusammengesetzte Drüsen, deren mannigfach gespaltene Aeste bald strahlig, bald gebogen, bald gewunden verlaufen und entweder keulenförmig verdickt oder mit selbstständigeren Endköpfchen schließen. An ihren Hauptgängen sieht man oft spiralige Drehungen, wie dieses bei den Hautdrüsen specieller angegeben werden wird. Ihr dem freien Auge weiß bis weißgelb erscheinender Inhalt, erscheint in seinen größeren Massen unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte undurchsichtig und daher dunkel, isolirt dagegen in Form von gelblichen, etwas festen fettähnlichen Kugeln, welche häufig bei ihrer dichten Aneinanderlage verzogen werden. In dem ausgesonderten Ohrenschmalze finden wir dieselben fettigen Elemente, theils als größere Körper, theils feiner zertheilt, nebst vielen losgestoßenen Epithelialblättchen und vielleicht noch eigenthümlichen Körnchen wieder. Der Knorpel des äußern Gehörganges besteht ebenfalls aus Netzknorpel, bei welchem bisweilen die Netzwandungen etwas dünner zu sein scheinen. Nach dem knöchernen Gehörgange hin wird die Haut dünner, verliert allmälig ihren Reichthum an Einlagerungsbildungen (Haaren und Drüsen) und geht endlich mit ihrer Epidermis in ein einfacheres Pflasterepithelium über. Unter ihm liegen zellgewebige und sehnigte Fasern.

Die mittlere oder die Substanzlage des Trommelfelles ist fibrös, zeigt an den abgerissenen Rändern blasse, scheinbar platte und etwas steife Fasern, bietet nach Behandlung mit Essigsäure die Kerne der Kernfasern und die der Epithelialzellen deutlicher dar, nimmt nach Pappenheim sowohl Fasern der Beinhaut des äußern Gehörganges, als der Trommelhöhle in sich auf und ist sowohl äußerlich, als innerlich von einer Epithelialschicht überzogen, die äußerlich in die Oberhaut des äußern Gehörganges, innerlich in die der sogenannten Schleimhaut der Trommelhöhle übergeht. Der ligamentöse Ring scheint nach Pappenheim ein knorpelähnliches Gewebe zu besitzen. Die Gehörknöchelchen, welche von einer faserigen, mit einem zelligten Epithelium versehenen Haut umhüllt werden, besitzen die gewöhnliche Knochensubstanz mit Beinhaut und knorpeligen Gelenküberzügen. Der m. mallei internus und der m. stapedius sind immer quergestreift. Der m. mallei externus bietet in der Regel keine solche Fasern dar, sondern erscheint als bloße Bandmasse. Nach Miescher hat er bisweilen ein röthliches fleischähnliches Aussehen, ohne quergestreifte Muskelfasern darzubieten. Diese sind aber auch von Krause hier bisweilen beobachtet worden. In dem weichen Ueberzuge der Trommelfellhöhle werden die Fasern der Beinhaut von einer faserigen eigenthümlichen Haut (der sogenannten Schleimhaut), und diese von dem Epithelium überlagert. Die Membran des runden Loches ist fibrös

und besteht aus kreisförmigen circulären und radialen Fasern. Nach außen sowohl, als nach innen besitzt sie Epithelialschichten. Etwas Aehnliches findet bei der Membran des eirunden Loches Statt. Der knöcherne Theil der Eustachischen Trompete zeigt die gewöhnliche Knochen-, der knorpelige mehr weiße oder mehr gelbe Faserknorpelsubstanz. Ihre faserige Schleimhaut wird vom Flimmerepithelium überzogen und enthält nach Pappenheim am Eingange Zotten und Drüsen, welche letztere nach ihm einfache, mit Epithelialzellen gefüllte Schläuche darstellen.

Die knöchernen Theile des innern Labyrinthes haben die gewöhnliche Knochensubstanz. Die Beinhaut des Vorhofes und der halbcirkelförmigen Kanäle enthält die gewöhnlichen Beinhautfasern, welche von Epithelialzellen an ihrer Innenfläche bedeckt werden. Der häutige Vorhof und die häutigen Bogengänge mit ihren Ampullen sind faserige Gebilde, welche wiederum von oft leicht veränderlichen Zellen bedeckt werden und nach Behandlung mit Essigsäure die gewöhnlichen Kerne und Umhüllungsfasern darbieten. Pappenheim fand außerdem noch nach außen wahrscheinlich in einer durchsichtigen Membran liegende große Kugeln mit Centralkernen, welche ziemlich locker an einander haften. Die Vitrine bildet eine durchsichtige an und für sich gleichförmige Masse. Die in Vorhof und Ampullen verlaufenden Nerven zeigen sehr reichliche Plexus mit rhomboidalen Maschenräumen und Endumbiegungsschlingen. Nicht sowohl bei dem Menschen, als bei den Säugethieren und Vögeln sind an und zwischen ihnen große Kugeln mit körnigem Inhalte und Kernen beobachtet worden. Die Otolithbildungen, welche auch hier aus sechsseitigen Säulen mit drei- oder sechsflächiger Endzuspitzung bestehen, liegen wahrscheinlich zu regulären Massen zusammengehäuft.

d. Geschmacksorgan.

S. unten bei den Verdauungsorganen.

e. Tastorgan.

Jede freie, äußere oder innere Hautoberfläche, in deren Substanzlage sensible Hautnerven endigen, hat, sobald nicht Vorrichtungen, welche die Ueberführung der Empfindung in das Selbstbewußtsein hindern, dazwischen treten, das Vermögen, Tasteindrücke zu erzeugen. Da jedoch die inneren Häute bei Gelegenheit der einzelnen Organe abgehandelt werden, da überdies die äußere Haut vorzugsweise zum Tasten eingerichtet ist und an ihren verschiedenen Stellen in dieser Beziehung verschiedene anatomische und physiologische Eigenthümlichkeiten darbietet, so wird sie allein hier speciell betrachtet werden. Bei dieser Gelegenheit müssen wir auch die an und in ihr befindlichen Gebilde wie das Unterhautzellgewebe mit der Fettschicht, die Nägel, die Hautdrüsen und die Haare erörtern.

An der Haut selbst kann man, streng genommen, nur die Oberhaut und die Lederhaut unterscheiden. Unter dieser folgt dann das Maschennetz des subcutanen Zellgewebes und die Fettlage. Die Oberhaut gehört zu den Pflasterepithelien, deren Zellen um so jünger sind, je näher sie der Lederhaut liegen. Gegen die Oberfläche hin verhornen sie einerseits immer mehr und gehen anderseits in Blättchen über. Schaben wir daher die Oberhaut, vorzüglich nachdem sie etwas angefeuchtet worden, ab, so finden wir außer den anhaftenden fremden Theilen und den Producten der Hautabsonderung, als unregelmäßigen Körnchen, Oeltröpfchen u. dgl. theils unverletzte und bei

ihrer großen Plattheit und Dünne eingerollte und unregelmäßig verbogene Epidermidalblättchen, theils Fragmente, theils größere Zusammenhäufungen derselben, welche letztere bei ihren Einrollungen, ihren ungleichen Dickeverhältnissen, ihrer Ueberlagerung durch die Elemente der Hautabsonderung und die Residua der Hautausdünstung oft das Gepräge ganz unregelmäßiger oder unvollständiger, wie angefressener Gebilde oder unbestimmt blättriger oder geradlinig brüchiger Massen an sich tragen. Unter starker Vergrößerung zeigen fast alle Blättchen etwas Faltiges oder etwas Granulirtes oder beides zugleich mit oder ohne discretere Körnchen an ihren halbdurchsichtigen Wandungen. Oft ist der Kern unsichtbar, oft sehr blaß oder hell. Gelangt man bei fortgesetztem Schaben zu tieferen Schichten, so fallen zuerst die Kerne, welche sich durch dunklere Contouren ihres Randes auszeichnen und häufig von einem hellern Halo umgeben werden, auf. Die granulirten Zellenwandungen erscheinen minder gesondert. An einzelnen sehr dünnen Lamellen sieht man aber sowohl im frischen Zustande, als besonders nach Behandlung mit Essigsäure, daß die polygonalen Epidermidalzellen gleich den Zellen anderer Pflasterepithelien eng an einander gefügt sind. Diese Anlagerung ist so dicht, daß man keine besondere zusammenleimende Intercellularsubstanz wahrnimmt. Nach Anwendung von Schwefelsäure oder Essigsäure aber lösen sich die älteren Zellen und Blättchen theils von selbst, theils mit Beihülfe von Druck leichter von einander. In den tiefsten Lagen treten endlich zuerst die rundlichen, bis länglichrunden, oft in der Mitte vertieften und gelbröthlichen Kerne hervor. Betrachtet man das Präparat, nachdem man es mit Essigsäure durchsichtiger gemacht, bei gedämpftem Lichte, so sieht man, daß auch sie noch von Pflasterzellen, welche sowohl absolut, als im Verhältniß zur Kernbildung sehr klein sind, umgeben werden. Die jüngste unmittelbar an der Lederhaut befindliche Schicht von Zellen, deren Kerne besonders hervortreten und oft mit ihrem längern Durchmesser senkrecht stehend, und bei sehr dünnen Durchschnitten überall von sehr engen Zellen umgeben erscheinen, nach Henle dagegen an einzelnen Stellen allein deutlich sind, hat man unter dem sehr verschieden gebrauchten Namen des Malpighi'schen Schleimes zu verstehen.

Verfertigt man sich mittelst des Doppelmessers einen feinen senkrechten Hautschnitt, so sieht man, daß die Schichten der Oberhaut den Erhebungen und Vertiefungen der Lederhaut mehr oder minder folgen. Am deutlichsten ist dieses z. B. an der Haut der Volarfläche der Fingerspitzen, überhaupt an Hautstellen, welche mit ausgebildeteren Tastwärzchen versehen sind, wahrzunehmen. Die tieferen Oberhautschichten folgen diesen Wärzchen genauer, während die oberen zwar noch im Allgemeinen die Erhebungen und Senkungen, jedoch weniger genau und mit unbedeutenderen Thalvertiefungen wiedergeben. Die so senkrecht durchschnittene Oberhaut zeigt die einzelnen Epidermidallagen, durch quere wellenförmige Grenzlinien an. Diese zeigen bei schwachen Vergrößerungen oft scheinbare spindelförmige Körperchen, bei stärkeren nicht selten doppelte Contouren und ungleich vertheilte Schatten- und Lichtpartien, lauter Dinge, welche nur davon herrühren, daß die senkrecht durchschnittene Epidermis nicht gleich einer weichen Masse dem Messer folgt und ebene Schnittflächen darbietet, sondern daß sie sich mehr blättert, indem zugleich die durchschnittenen rhombischen Zellen und Blättchen theils in ihren Durchschnitten, theils etwas schief zum Vorschein kommen. Bei Betrachtung dünner Hautschnitte von der Vogelperspective aus erscheinen die Tastwärzchen als mehr oder minder rundliche

Flecke, um und zwischen welchen die Zellen der Epidermis in bogenförmigen Linien herumgehen.

Die Elemente der Lederhaut bilden Fasern, welche sehr dünn sind, bündelweise bei einander liegen, sich leicht wellenförmig biegen, sich an den Rändern der Bündel bisweilen etwas rauh zeigen oder kleine Faserfragmente an sich haben, bei durchfallendem Lichte röthlichgelb erscheinen und durch Essigsäure gelatinös und unkenntlich werden, während durch ihre Starrheit, ihre schärferen Ränder, ihre Verästelungen und Verbindung, ihren unregelmäßigen Verlauf und ihre irreguläre Vertheilung sich auszeichnende Umhüllungsfasern hervortreten. Diese letzteren erscheinen an vielen Stellen deutlich auf der Oberfläche der Bündel der ersteren und folgen auch auf oft kenntliche Weise deren netzförmigen Vereinigungen. Hat man sich mit dem Doppelmesser einen sehr feinen senkrechten Durchschnitt der Lederhaut bereitet und diesen durch anhaltende Einwirkung von Essigsäure durchsichtig gemacht, so sieht man ein schönes Netzwerk mit rundlichen bis länglichrunden hellen Maschen von sehr ungleicher Größe, welche in den verschiedenen Schichten einander nicht decken oder gleichmäßig liegen, so daß man so ein vollständiges Bild, wie diese in Essigsäure nicht angreifbaren Fasern verlaufen, erhält. Befeuchtet man ein solches Präparat mit concentrirter Salpetersäure, so sieht man an vielen Stellen nur Scheinkerne, d. h. längliche Gebilde, welche bloße Fragmente unveränderter, der Essigsäure widerstehender Fasern sind. An anderen Stellen dagegen erblickt man vollständige Spindeln, von denen gar keine Faden ausgehen und die in einiger Entfernung von benachbarten Spindeln liegen, oder von denen Faden abtreten, um sich mit der Endspitze einer benachbarten Spindel zu verbinden. Selten schien auch eine Spindel nur an Einem Ende einen Faden abzusenden. Auch diese Spindelfaden aber können sich zu mannigfachen Netzwerken vereinigen.

Die dunkele Farbe der Haut des Negers hängt von einer eigenthümlichen zwischen Cutis und Epidermis befindlichen Pigmentschicht ab. Es ist noch genauer zu untersuchen, ob diese von den eigentlichen Epidermidalzellen wesentlich verschiedene Zellen hat oder ob nicht solche Zellen überhaupt in früherer Zeit Pigment, welches sich mit fortschreitender Verhornung verliert, aufnehmen. Von solchen Pigmentirungen, welche natürlich, da mit der Stärke der Vergrößerung auch die Farbennuancirung abnimmt, unter dem Mikroskope kaum wahrnehmbar werden, hängen wahrscheinlich auch die dunkelen Teints der weißen Menschenracen ab. Daß die durchscheinenden Blutgefäße auf die Färbung der Haut einen Einfluß haben, lehren die Röthung der Wangen, in Folge von Schaam, das Rothwerden der Nase nach Kälte, die dunkelrothe bis blaurothe Farbe bei Weintrinkern, die Eigenthümlichkeit, welche bei einzelnen sehr zarthäutigen Personen, vorzüglich gracilen Frauen vorkommt, daß sie nicht bloß an den Wangen, sondern auch an dem Kinne erröthen u. dergl. mehr. Gerade diese Phänomene beweisen aber zugleich die Unrichtigkeit der Ansicht, daß die eigentliche brunette oder gelbe Hautfärbung von dem Grade des Durchscheinens der Blutgefäße der Cutis abhänge.

Zu den in der Haut eingelagerten Gebilden gehören die Hautdrüsen und die Haare. Wo beide in der Haut, wie meistentheils, neben einander vorkommen, haben sie, wie es scheint immer die Tendenz, an einem und demselben Punkte an die Oberfläche zu treten. Die Hautdrüsen besitzen an den verschiedenen Hautstellen verschiedene Gestalten. Machen wir uns z. B. einen feinen senkrechten Schnitt durch die Haut der Wange und hellen ihn, wenn er noch etwas zu dick ist, durch Essigsäure etwas auf, so sehen wir an vielen Orten, wo die Drüsenformation durch den Schnitt mitgenommen und unversehrt

gelassen worden, daß neben dem Haar entweder einerseits oder beiderseits ein langer, unten sich kolbig erweiternder Drüsenschlauch hinabgeht. Bei schwachen Vergrößerungen hat es das Ansehen, als seien Ausführungsgang und Drüsenkolben zellig. Bei starker Vergrößerung aber giebt sich das wahre Verhalten folgendermaßen zu erkennen. Der Ausführungsgang ist schraubenförmig gewunden, doch so, daß die einzelnen Windungen nicht sowohl von einander abstehen, als eng an einander liegen. Nach unten zu geht diese Einrollung in Schlingenbildung und Verwickelung über und erzeugt so das Scheinbild eines drüsigten Follikels, während es in der That nur der auf einen engern Raum durch Einwindung concentrirte Drüsenschlauch ist. An der genannten Hautstelle reichten wenigstens bei den von mir untersuchten Präparaten die Enden der Drüsen meist nicht bis in das subcutane Zellgewebe hinein. Diese Hautdrüsenform scheint in der ganzen oder wenigstens dem größten Theile der Haut verbreitet zu sein. Ich habe sie bis jetzt z. B. in der Haut des Gesichtes, des Halses, der inneren Flächen des Oberarmes und des Vorderarmes, der Brustdecken u. dgl. gefunden, ohne daß ich mir jedoch stets eine genaue Anschauung des spiralförmigen Verlaufes und der Verwickelung bereiten konnte. In einer eigenthümlichen starken Entwickelung finden wir die Hautdrüsen mit spiralförmigem Gange in der Hohlhand und der Fußsohle; daher man sie auch hier vorzugsweise mit dem Namen der S p i r a l d r ü s e n oder, da sie bei dem Abziehen der Oberhaut von der Lederhaut dem freien Auge fadenförmig erscheinen, der Spiralfäden (der Schweißdrüsen) bezeichnet hat. An der Hand beginnen sie an dem Carpalgelenke in ihrer vollständigen Ausbildung, obgleich ich schon an der Haut des untersten Theiles des Vorderarmes Drüsen mit ausgezogeneren Korkzieherwindungen des Ausführungsganges, d. h. vielleicht Uebergangsformen, die selbst noch neben Haaren existirten und mit diesen ausmündeten, vorfand. Eben so existiren auch hier Drüsenbildungen, welche sehr tief bis in das subcutane Zell- und Fettgewebe hinabreichen und dann in ihrem Endtheile die Windungen ihres Drüsenganges oft besonders deutlich zeigen. An allen mit Hautlinien versehenen Stellen der Hand finden wir diese Spiraldrüsen dergestalt, daß durch die mehr oder minder starke Oberhaut ein korkzieherartig gedrehter Drüsengang läuft, sich in den tieferen Schichten bisweilen mehr streckt, dann in die Lederhaut tritt, hier bald gebogener oder gewundener oder gerader hinabgeht, sich auch hier auf eine bisweilen z. B. in der die kleinen Daumenmuskeln an der Volarfläche bedeckenden Haut auf deutliche Weise gabelig theilt und sich hierauf verwickelt. Aehnliche Verhältnisse finden am Fuße Statt. In der Haut des untersten Theiles des Unterschenkels z. B. am äußern Knöchel haben wir sehr in die Tiefe reichende Drüsen, deren langer Ausführungsgang gestreckt, nur bisweilen etwas gebogen, nicht aber korkzieherartig gedreht ist. Dieses findet genau bis zu den Stellen, wo die Hautlinien beginnen, Statt. Hier treten dann mit diesen sogleich die korkzieherartig gedrehten Ausführungsgänge der Spiraldrüsen auf. Sie verhalten sich hier im Wesentlichen ganz wie in der Hand, nur daß die größere Dicke der Epidermis, vorzüglich an der Fußsohle auch einen längern Ausführungsgang und zahlreichere Schraubenwindungen desselben bedingt. Nach dem oben angeführten Gesetze erklärt es sich, weshalb ausgebildetere Spiraldrüsen an dem Rücken der Hand und dem des Fußes zu fehlen scheinen.

Außer den bis jetzt erwähnten Hautdrüsen kommen nach den verschiedenen Localitäten der Haut noch mannigfache andere Drüsen zum Vorschein. Die tief in die Lederhaut oder noch weiter reichenden Drüsen mit den langen theils geraden, theils mehr gedrehten Ausführungsgängen, welche allein oder neben

den kleineren Spiraldrüsen der Haut sehr verbreitet (z. B. am Gesicht, am Gesäß, am Ober- und Unterschenkel) vorkommen und vielleicht selbst noch in verschiedene Abtheilungen zerfallen, wurden schon erwähnt. An der behaarten Haut des Kopfes sah ich lange Schlauchdrüsen mit weitem, aber sparsam gedrehtem oder auch mehr geradem Gange, welche bald bis in den Anfang des subcutanen Fettgewebes hinabreichten, bald höher oben aufhörten. Nach diesen finden sich noch eigenthümliche Bildungen, da wo stärkere Absonderungen von Fett oder Hautschmiere existiren. Daher man auch diese Drüsen vorzugsweise als Talgdrüsen aufführt. In der so reichliches Fett secernirenden Haut an den Nasenflügeln und der Nachbarschaft derselben stoßen wir auf große, vorzüglich wenn der Schnitt mit Essigsäure oder noch besser mit verdünntem kaustischen Kali durchsichtiger gemacht worden, dem freien Auge kenntliche, durch die weiße Farbe ihres Fettinhaltes auffallende Drüsen, welche unter dem Mikroskope dicke, mit undurchsichtigem Inhalte versehene Endmassen zeigen, oft mehrfache solche Aeste von Einem Hauptstamme hängen haben, immer mehr oder minder tief in die Lederhaut und oft in das subcutane Zell- und Fettgewebe hineinreichen und unter einander in benachbarten Hautstellen von sehr verschiedener Größe sein können. Bisweilen findet sich auch hier eine gabelige Theilung des Hauptausführungsganges; bisweilen gehen zwei gesonderte Hauptausführungsgänge zweier benachbarter Drüsen neben einander nach außen. Aehnliche verzweigte nur kleinere Drüsenbildungen finden sich in der Haut der Achselhöhle; zum Theil, wie es scheint, in der der Ellenbogenbuge, in der der Inguinalgegend, am mons Veneris, zum Theil der der Kniekehle und vielen anderen Punkten mehr. Auf die Hautdrüsen der männlichen und weiblichen Geschlechtstheile werden wir bei diesen selbst zurückkommen. Befeuchtet man einen dünnen senkrechten Hautschnitt, welcher eine Hautdrüse vollständig enthält, mit Essigsäure, so sieht man, daß um sie herum ein eigener Zug von Fasern, welche vorzüglich durch die Umhüllungsfasern bezeichnet werden, herumgeht und sie ungefähr gleich einem eigenen Balge einhüllt. Diese Abschließung ist jedoch nicht so vollständig, daß es nicht möglich würde, den balgartigen Theil, sei es für sich, sei es in Verbindung mit der Drüse, vollkommen zu isoliren. Auch ähnliche scheidenförmige Gebilde umgürten, wie wir sehen werden, die Wurzeltheile der Haare.

Jedes Haar besteht aus dem mehr oder minder langen, bald mehr rundlichen, bald mehr platten Schafte, welcher mit einer sehr kleinen Strecke seines Basaltheiles in der Haut steckt, sich aber mit seinem übrigen größern Theile außerhalb derselben befindet, und der Wurzel, welche in der sogenannten Haarzwiebel eingeschlossen ist. Bekanntlich ist die Größe und vorzüglich die Länge der Haare an den verschiedenen Körperstellen sehr verschieden. Eben so zeigen sie sich in ihren Durchschnittscontouren bald cylindrisch, bald platt, bald nierenförmig— lauter Differenzen, welche weniger hierher, als in die specielle Anatomie gehören. Untersuchen wir zunächst, um durch die Dunkelheit der Farbe nicht gestört zu werden, den Schaft eines abgeschnittenen grauen bis weißen Haares unter starker Vergrößerung, so fallen uns zunächst eine peripherische längsfaserige Masse, welche heller ist, die sogenannte Rindensubstanz, und ein centrales, der Länge nach gehendes mit einer scheinbar körnigen Substanz gefülltes Gebilde, der sogenannte Markkanal, mit seinem Inhalte auf. Der letztere ist an einzelnen Stellen schmaler und mit seinen Seitenrändern gleichläufiger. An anderen dagegen erweitert er sich auf eine mehr oder minder unregelmäßige Weise, an einer oder an beiden Seiten wird er bauchig, schnürt sich hierauf auch wohl local ein, nähert sich bisweilen, ohne jedoch die Innengegend gänzlich zu verlassen, mehr der einen oder der andern Seite des ganzen Haares und zeigt

an einzelnen Stellen Biegungen und Wendungen seines Inhaltes, der auch oft kleinere oder größere Lücken darbietet und nahe dem abgeschnittenen Ende eine Strecke weit fehlen kann. An der Spitze von Haaren, welche nicht geschnitten werden, sieht man oft sehr deutlich an dem abgerundeten, seltener etwas zackigen Ende den Markkanal abgerundet, blindsackartig aufhören, so daß noch ein Bogen von Rindensubstanz dieses Schlußende deckt. Außer diesen beiden Hauptttheilen bemerkt man an der äußern Oberfläche des ganzen Haares neben den zufällig anhaftenden Unreinigkeiten, dem Fette und dergleichen, einzelne anliegende und aufliegende Schüppchen, welche in sehr verschiedener Menge vorhanden sind, sich leicht an einzelnen Stellen losschilfern, oft vollkommen an die losgestoßenen Blättchen der Oberhaut erinnern und von der Fläche gesehen als granulirte, oft in ihren einzelnen Blättchen minder bestimmte Häufchen erscheinen. Stellt man hierauf die oberste oder die unterste Fläche des liegenden Haarschaftes genau in den Focus, so erscheinen eine Menge von successiven queren bis schiefen Linien, welche auf der ganzen Oberfläche der Rindensubstanz aufgetragen sind und rund um dieselbe herumlaufen. Oft fällt an einer einzelnen Stelle eine solche Linie ziemlich steil ab oder geht durch eine Schlingenbiegung in eine andere benachbarte quere Linie, in welche sie dann astartig einmündet, über oder stößt auf eine andere, ebenfalls steil, aber nach der entgegengesetzten Seite hin abfallende u. dgl. mehr. Durch solche Verhältnisse kommen auch einzelne scheinbare Netzwerke zu Stande. Eine sorgfältige Beobachtung lehrt aber schon im unversehrten Zustande, daß man bei der Betrachtung dieser Linien an selbstständige elastische Fasern nicht denken könne. Denn bei genauer Einstellung des Focus sieht man, daß sie nur die Randschatten von dachziegelartig gestellten Schüppchen sind. Sehr schön erkennt man es auch an Haaren, die man, nachdem sie mit Kali gekocht worden, preßt. Diese äußere Hüllenmasse des Haares zeigt sich bisweilen auch besonders an der Spitze als eine eigene helle Schicht, welche die Rinde umgibt. Unter diesem Epithelium zeigt sich dann die längsfaserige Rindensubstanz meist als eine längsstreifige Masse, in welcher oft einzelne lange Bänder kenntlich werden. Bei einer gewissen Einstellung des Focus, bei welcher sich nur die faserige Rindensubstanz, nicht aber die Dachziegelschuppen der Oberfläche darstellen, sieht man noch kleinere, etwas dunkele, mit ihrem Längendurchmesser dem Längendurchmesser des Haares folgende Spindeln oder längliche Körperchen, welche, wie bald angeführt werden soll, bei anders gefärbten Haaren deutlicher erscheinen. Im Markkanal erkennt man auf den ersten Blick eine körnige Masse, welche durch unregelmäßige quere, schiefe oder schwach bogige Zwischenräume durchbrochen wird. Bei genauerer Untersuchung aber überzeugt man sich, daß hier vollständige Pigmentzellen existiren. Schon an einzelnen Stellen nämlich fallen helle, rundliche Flecke, welche den Kenner sogleich an den Nucleus der Pigmentzellen erinnern, auf. An anderen Stellen sieht man diese von einem vollständigen oder unvollständigen pigmentirten Ringe umgeben. Oft erscheint um den hellen Kernfleck eine dunkele Linie, dann ein heller Saum und dann wieder ein körniger pigmentirter Kreis. An einzelnen Stellen sieht man solche Pigmentzellen neben einander. Nichts desto weniger erscheint ein großer Theil des übrigen Pigmentes bald körnig, bald streifig granulirt. Am Rande des Pigmentes bieten sich oft einzelne Bogenausschnitte, welche mit den eben erwähnten bogigen Linien des gesammten Markkanales in inniger Beziehung und Verbindung stehen, dar. Nach außen von dem letztern zeigt sich noch an einzelnen Stellen ein heller mehr oder minder weit fortlaufender Streif, als sei hier die äußerste Peripherie des Markkanales leer, d. h. von keinem Pigmente ausgefüllt. Alle

diese, schon ohne weitere Behandlung des Haares sichtbaren Theile der Epitheliallage der faserigen Rindensubstanz und des Markkanales mit seinem Inhalte bleiben auch bei anders gefärbten, als grauen und weißen Haaren kenntlich. Ganz hellblonde Haare, z. B. eines 20jährigen Jünglings erscheinen unter dem Mikroskope in einem schwach gelblichen Teint. Das Pigment des Markkanales, welches überhaupt sehr sparsam war, erschien oft unterbrochen und fehlte an vielen Strecken gänzlich. An einzelnen solchen Stellen waren seine bald engeren, bald weiteren Höhlungen noch selbst im unausgefüllten Zustande kenntlich, an anderen dagegen nicht. Die etwas dunkeler blonden Kopfhaare eines 12jährigen Knaben zeigten eine etwas intensiv gelbere Färbung der gesammten Rindensubstanz, während das zwar auch noch sparsame und oft unterbrochene Pigment der Marksubstanz häufiger etwas dunkeler und an einzelnen Stellen in seinem Verlaufe wie schraubenförmig gedreht erschien. In den schon sehr in das Braune streichenden blonden Haaren eines 23jährigen Jünglings ließ sich gar kein Pigment im Markkanale und selbst dieser nicht deutlich wahrnehmen. Die Pigmentirung der Rindensubstanz war bräunlichgelb. Die Spindeln derselben erschienen an einzelnen Stellen pigmentirter, ohne daß jedoch von ihnen allein die dunkelere Färbung abhing. Die fuchsrothen, gekräuselten Backenbartshaare eines 32jährigen Mannes zeigten neben der sehr intensiv rothgelben Rindensubstanz eine sehr starke Entwickelung des mit Pigment möglichst gefüllten Markkanales. Umgekehrt hatten die rothbraunen Kopfhaare desselben Mannes bei einem sehr schwachen, oft pigmentleeren Markkanale eine noch intensivere Färbung der Rindensubstanz. Ganz schwarze Haare sind meist zu undurchsichtig, als daß man sie ohne weitere Vorbereitung mikroskopisch untersuchen könnte. Nur die feineren Härchen der Art oder die Spitzentheile derselben erscheinen ähnlich den braunen in ihrer Rindensubstanz oder noch etwas dunkeler pigmentirt. Bei dunkelschwarzen Haaren sieht man aber, nachdem man sie durch concentrirte Salpetersäure etwas durchsichtiger gemacht hat, in der Rindensubstanz spindelförmige oder längliche, mehr unbestimmt gestaltete Pigmentstreifen. Hieraus scheint zu erhellen, daß, wenn auch die Pigmentfüllung des Markkanals von Einfluß ist, die Hauptursache der Farbe des Haares in der Rindensubstanz liegt und daß in dieser die gelbe und rothbraune Färbung die ganze Masse durchdringt, während tiefere schwarze Färbungen noch besondere Pigmentablagerungen in derselben darbieten. Bei einzelnen Haaren z. B. dunkelen Augenbrauen hat es den Anschein, als bilde in der Rindensubstanz das Pigment einzelne Flecke und liege mehr nach der Peripherie als nach dem Centrum hin. Ob die Kräuselung der Haare mit der Plattheit derselben und nicht vielmehr mit dem Feuchtigkeitsgrade oder Flüssigkeitsgehalte derselben oder mit beiden Momenten zusammenhänge, steht dahin.

Ein sehr gutes, zur Detailuntersuchung unentbehrliches Reagens bildet hier die von Meyer in Tübingen in dieser Beziehung mit Recht empfohlene Schwefelsäure. Sobald man nämlich einen Tropfen dieser Säure in concentrirtem Zustande auf ein Haar fallen läßt, so schilfert sich sogleich die Oberfläche desselben schon bei leichtem Drucke eines Glasplättchens aus einander. Wenn es hierbei bei dem Auflegen des Glasplättchens den Anschein gewinnt, als sei die Einwirkung der Schwefelsäure mit Luftentwickelung verbunden, so überzeugt man sich, wenn man eine größere Portion Haare in eine größere Menge Schwefelsäure legt, vom Gegentheile. Indem dieses Reagens wahrscheinlicher Weise das Bindemittel (die Intercellularsubstanz) der einzelnen Blättchen auflös't, schilfern sich zunächst die dünnen Blättchen der peripherischen äußersten Schicht, der Epitheliallage ab. Ist dieses geschehen, so daß die los-

gestoßenen unregelmäßigen Blättchen, in welchen bisweilen noch ein Kern wahrnehmbar wird, in Wasser herumschwimmen, so sieht man z. B. bei braunen Haaren die zahlreichen rundlichen, einseitig geschwänzten, länglichen oder spindelförmigen pigmentirten Körperchen, welche sich an vielen Stellen in longitudinaler Richtung abgelagert finden, freier hervortreten. Stellt man das Haar zwischen zwei Glasplatten, so streifen sich nicht selten noch durchsichtige Blätter, welche ganz noch die früheren queren bis schiefen Linien darbieten und als ihre Bestandtheile dachziegelartig an einander gelagerte Blättchen zeigen, ab. Man sieht leicht, daß auch diese zur Epithelialhülle gehören und bei ihnen nur die Blättchen noch inniger verbunden bleiben. Diese Anschauungen beweisen vollends, daß die dünnen Epithelialblättchen in auf- oder absteigender schraubenartiger Linie einander zum Theil dachziegelartig deckend um das Haar herum gehen. Greift die Schwefelsäure tiefer ein, so lösen sich auch die scheinbar faserigen Elemente der Rindensubstanz von einander. Man sieht zunächst an der äußern Peripherie platte bandartige Blättchen mit zackigen Enden, welche hier an einzelnen Stellen den Schein einer Bifurcation bisweilen darbieten. Einzelne losgeschilferte Fragmente gewähren vollkommen ein Ansehen gleich einem gelblichen elastischen Fasernetze, zwischen dessen gelblichen Fasern oder Balken sich eine helle durchsichtige Membran befindet. Schabt man ein Haar, welches einige Stunden in kaltem Vitriolöl macerirt worden, so lange, bis es reißt, so überzeugt man sich an den Endstücken, daß die erwähnten bandartigen Gebilde die Elemente der gesammten Rindensubstanz darstellen. Daß sie regulär neben und über einander liegend in der Länge des Haares hingehen, sieht man schon, wenn sie in ihren peripherischen Lagen sich abzuschilfern beginnen. Sie erscheinen dann an den Seitenrändern bisweilen auch auf der Fläche bald gerader bald wellenförmig gebogen. Wenn ich mir mit der Scheere möglichst feine Fragmente von trockenen, spröden, braunen Haaren schnitzte, diese mit Schwefelsäure durchfeuchtete und zwischen zwei Glasplatten scharf hin- und herrieb, so gelang es mir, einzelne Fragmente fast ganz aufzuschilfern, während in der umgebenden Flüssigkeit die genannten bandartigen Elemente der Rindensubstanz bald einzeln, bald verbunden zur Anschauung kamen. Bei blonden öligten Haaren erhält man solche Anschauungen seltener. Von Zellenfasern und Kernfasern sieht man hierbei keine Spur. Dagegen erscheinen die Blättchen in weichen dünnen Haaren kleiner und vorzüglich schmaler.

Zu den schon oben geschilderten Verhältnissen des Markkanales, wie er sich bei Untersuchung der frischen Haare darstellt, läßt sich nach Anwendung künstlicher Methoden nichts hinzufügen. Bisweilen wird er durch Einwirkung von Schwefelsäure, von kaustischem Kali und vorzüglich von Salpetersäure deutlicher. Oft wendet man aber auch diese Reagentien ohne allen Erfolg an. Auch Essigsäure kann zum Hellermachen, vorzüglich der weißen Haare, gebraucht werden.

Den Wurzeltheil des Haares können wir auf zwei Wegen, entweder auf feinen senkrechten Hautdurchschnitten, welche auch durch behaarte Theile geführt werden, oder an ausgerissenen Haaren studiren. Daß das Bild an den letzteren bisweilen unvollständiger ist, dagegen Manches, was nicht auf allen senkrechten Durchschnitten kenntlich wird, zeigt, versteht sich von selbst. Untersucht man zunächst ausgerissene Kopfhaare, welche ihre sogenannten Zwiebeln mehr oder minder deutlich besitzen, so sieht man, daß der entsprechende Theil des Haarschaftes zuerst in dem Centrum der letzteren unverändert fortgeht, dann nach unten mehr oder minder dicker wird und entweder einfach kolbig anschwillt und abgerundet endet oder plötzlicher und stärker sich verdickt, pinselartig aus einander geht und unregelmäßig quer oder schief abgeschnitten schließt. Oft

macht er auch in dem letztern Falle eine ziemlich scharfe Biegung oder Einknickung. Bisweilen finden sich zwei Einbiegungen der Art, eine obere da, wo der Haarschaft sich eben zu verdicken anfängt und eine untere, wo er seine bedeutendere Verdickung zu erhalten beginnt. Beide Biegungen fand ich dann gleich gerichtet. Bisweilen erscheint sogar eine so starke Einbiegung, daß der unterste Theil des Haarschaftes in einem rechten Winkel hinübergeht. An einzelnen Haaren schnürt sich der Schaft zuerst leise ein, schwillt dann allmälig an, bildet hierbei auch bisweilen schwache wellenartige Biegungen am Rande, verschmälert sich von neuem etwas und erzeugt hierauf seine starke Wurzelanschwellung. Um den in der Haut befindlichen Theil des Schaftes befindet sich eine Scheide, die Wurzelscheide nach Henle, welche immer über die Wurzelanschwellung nach oben hinausreicht, oft bei einfacher kolbiger Anschwellung als ein runder Blindsack um sie herumgeht, bei stärkerer Wurzelanschwellung aber meist an dieser abgerissen erscheint. Doch findet man auch bei einigem Suchen selbst in diesem Falle einzelne Haare, bei welchen sie auch um den Wurzeltheil herumläuft und hierbei bisweilen an ihrem untern queren Rande das Bild eines unregelmäßigen Einschnittes darbietet. Schon bei schwacher Vergrößerung unterscheidet man dann zwei Schichten dieser Wurzelscheide, eine innere durchsichtigere und eine äußere saturirter gefärbte, welche einander umgeben. Nur bei einzelnen meist kleinen Haaren mit einfacher kolbiger Wurzelanschwellung des Schaftes ändert sich die Anschauung, da die saturirtere gekörntere sonst äußere Schicht bis zu dem Haarschafte überall reicht oder höchstens an einzelnen Stellen nach außen von diesem ein heller bald abbrechender Streif gegen die Epidermis hin zu existiren scheint. Bei vielen Haaren scheint der Innenrand der aus der Vogelperspective innern Schicht der Wurzelscheide an den äußern Rand des Haares zu stoßen, bei anderen dagegen sieht man zwischen beiden an einzelnen Stellen einen hellen Streif. Behandelt man ein solches Haar unter dem Compressorium, so kann man sich leicht überzeugen, daß sich ein farbloses Oel zwischen dem Haarschafte und der innern Schicht der Wurzelscheide befindet. Durch abwechselnd stärkeres und schwächeres Zusammenpressen vermag man dasselbe nicht selten in einzelnen Tropfen herauf- und hinabzutreiben. — Bei allen Haaren bildet die Wurzelscheide einen länglichen Theil, welcher bei den an der Wurzel einfach keulenförmig angeschwollenen Haarschaften den Contouren der letzteren mehr folgt, bei den meisten mit stärkerer abgeschnittener Endanschwellung versehenen Schaften aber schmal, dann breiter und hierauf nach unten hin wieder schmaler ist. Diese Breitenunterschiede werden nicht sowohl von der innern, als von der äußern Schicht der Wurzelscheide hervorgerufen, denn meistentheils hat jene aus der Vogelperspective gesehen ganz gerade Begrenzungslinien. Bei einzelnen Wurzelscheiden dagegen bildet sie durch eine bogige von doppelten Linien begrenzte Ausbuchtung eine Art von Bruchsack in die äußere Schicht hinein. Man sieht sogar Haare, an welchen sich diese Ausbuchtungen der Wurzelscheide 7—10mal jederseits hinter einander wiederholen, so daß sie das Ansehen von unregelmäßigen Schlangenlinien annehmen. Daß das durchsichtige Oel diesen Bruchsackräumen folgt, versteht sich von selbst. Bisweilen zeigen sich auch an einzelnen Stellen der ganzen Wurzelscheide mehr oder minder unregelmäßige und wenigstens oft zufällige Einschnürungen. An einzelnen, am Cadaver mit der Wurzel ausgerissenen Kopfhaaren haften auch die beiderseitigen, zugleich nach außen mündenden Hautdrüsen an.

Schon ohne alle fernere Vorbereitung sieht man, daß der in der Wurzelscheide verlaufende Theil des Haarschaftes im Wesentlichen dieselben Elemente,

wie der freie Theil desselben hat. Nur erscheinen die durch die Blättchen des Epithelialüberzuges erzeugten queren Linien oft, vorzüglich in der obern Hälfte, stärker und deutlicher. In der untern Hälfte erblickt man oft bei helleren, besonders einfach keulenförmig endigenden Haarschaften sehr langgezogene, im Innern Körnchen enthaltende Kerne, welche mit ihrem Längendurchmesser den scheinbaren Fasern der Rindensubstanz parallel laufen. Bei dunkelen Haaren erscheinen in dem Wurzeltheile reichliche Pigmentflecke. Doch ist dieser sonst meist im Ganzen zu undurchsichtig, als daß sich alle Detailverhältnisse seiner Structur leicht erörtern ließen. Nach Behandlung mit Schwefelsäure treten zuvörderst auch bei einzelnen Schaften, an denen sie früher nicht sichtbar waren, die Pigmentflecke und Pigmentstreifen hervor, während sie bei anderen selbst in diesem Falle noch nicht erscheinen. Während bei einzelnen Haarschaften der Uebergang in den angeschwollenen Wurzeltheil ein allmäliger ist, gewähren andere das eigenthümliche Bild, daß der Schaft sich nach unten verschmälert und mehr oder minder zuspitzt und daß er so gleich einer spitzen Stange, welche höher oder tiefer, doch eine Strecke weit von dem am meisten angeschwollenen Theile der Wurzelpartie in diese eingesetzt ist, erscheint. Nach Behandlung mit Salpetersäure, wodurch zugleich der Haarschaft um Vieles heller und später, vorzüglich unten, gelb wird, sieht man an geeigneten Präparaten mit befriedigender Deutlichkeit, wie die Blättchen, welche den Rindentheil des Haarschaftes zusammensetzen, bis zu dem Wurzeltheile reichen, hier oft pinselartig ausgehen und zugleich weicher und geründeter zu werden scheinen. Nach Behandlung mit Essigsäure oder kaustischem Ammoniak aber bemerkt man an dem Wurzeltheile dicht gelagerte rundliche kernähnliche Gebilde. Es dürfte das Wahrscheinlichste sein, daß diese Nuclei von Zellen umgeben bei fortschreitender Metamorphose durch ihre Plattheit, ihre Verlängerung und Verhornung in die plättchenartigen Fasern der Rindensubstanz des Haares übergehen. Vielleicht daß sich hierbei auch die Kerne im Anfange bisweilen verlängern, wie wenigstens die oben beschriebenen Kernbildungen anzudeuten scheinen. Befeuchtet man mit ihren Wurzeln ausgerissene Kopfhaare mit einer Lösung von kaustischem Kali oder Ammoniak, so kann man bisweilen durch Rollen zwischen zwei Glasplatten oder durch Behandlnng unter dem Compressorium einzelne Pigmentzellen des untersten Theiles des Haarschaftes und der Wurzel desselben losstreifen und sich vergewissern, daß auch sie einen hellen Kern haben und daß die Pigmentmolecule als Zelleninhalt in ihnen liegen.

Die innere glashelle Schicht der Wurzelscheide wird an denjenigen Haaren, an welchen sie überhaupt existirt, durch eine Solution von kaustischem Kali, wenn diese einige Zeit eingewirkt hat, sehr schön isolirt. Die Zellen der äußern Schicht derselben lösen sich zu einem großen Theile auf und erscheinen in ihrem Ueberreste sowohl an den Seitenrändern, als bei genauer Einstellung des Focus, auch auf der Fläche der Wurzelscheide als helle rundliche bis eckige Zellgebilde mit einem oder mehren Körnchen in ihrem Innern. Im Gegensatze zu ihnen zeigt sich die innere Schicht der Wurzelscheide wie ein milchglasartiger breiter Streifen jederseits. Beide Streifen stehen oben an dem Epidermisanfange weiter von einander ab, convergiren jederseits nach innen und unten und liegen endlich dem Wurzeltheile, wo sie höher oder tiefer abgerissen sind, mehr oder minder dicht an. Die Bruchränder ihres obern Anfanges erscheinen nicht selten zackig bis lamellös. Ihre inneren Ränder legen sich oft genau an den Haarschaft; oft dagegen befindet sich noch zwischen beiden ein größerer oder kleinerer Zwischenraum. Das Letztere ist vorzüglich gegen die Oberhaut hin der Fall. Ehe nämlich der Haarschaft in die Wurzelscheide eintritt,

haften noch an ihm zahlreiche Zellen, welche durch das kaustische Kali zwar hell werden, diesem Reagens aber mehr als die Zellen der äußern Schicht der Wurzelscheide widerstehen und wohl noch zur Epidermis gehören. Da nun die innere Lamelle der Wurzelscheide auf die geschilderte Weise convergirend verläuft, so entsteht um den obersten Theil der von ihr umfaßten Partie des Haarschaftes ein nach unten immer enger werdender trichterförmiger Raum, welcher ebenfalls von meist kleineren Zellen ausgefüllt wird. Ja es hat oft das Ansehen, als wenn eine zwischen der innern Schicht der Wurzelscheide und dem Haarschafte befindliche Zellenschicht sehr tief hinabreichte. Die Innenränder der in Form von zwei seitlichen hellen Bändern erscheinenden innern Schicht der Wurzelscheide zeigen sich oft glatt. Bisweilen sieht man aber an ihnen einen innersten, aus über einander liegenden, schiefen Streifchen bestehenden, oft ins Gelbgrünliche spielenden Randtheil. Die Elemente dieser innern Schicht der Wurzelscheide erkennt man am leichtesten zunächst unten, wenn diese sich in Folge des leisen Druckes des bedeckenden Glasplättchens aus einander begiebt und zum Theil ihre inneren Theile darbietet. Man sieht nämlich an ihr eine Menge von zarten dunkelen, meist longitudinalen Schattenrissen, welche sich bald unter dem Scheine von Grenzlinien, bald von Vertiefungen, bald von Porenlöchern, wie an den Verholzungsschichten der Pflanzen, bei flüchtiger Betrachtung selbst bisweilen als Kerne darstellen. Ueber die Fläche des Schafttheiles ziehen sich oft helle, plattrundlichen Fasern ähnliche Gebilde, von denen einzelne sich bauchig erweitern und hier eine länglichrunde Oeffnung zu haben scheinen, hin. Zerdrückt man die innere Scheide unter dem Compressorium, so glaubt man bisweilen eine helle Membran mit länglichen Kernen oder solchen Oeffnungen vor sich zu haben. Nach genauerm Studium gewinnt es jedoch die meiste Wahrscheinlichkeit, daß sie aus hellen, länglichen, faserartig an einander gefügten, blättchenähnlichen Theilen besteht oder daß längliche polygonale Zellgebilde longitudinal über einander gestellt liegen. Nach oben zu gehen diese vielleicht zu vollständigen faserartigen Gebilden zusammen. Daß bei den keulenförmig endenden Haaren diese innere Schicht der Wurzelscheide oft nicht wahrgenommen wird, wurde schon oben bemerkt. Ich fand jedoch auch ausnahmsweise einzelne Mittelformen, bei welchen auch eine innere Schicht der Wurzelscheide um den Wurzeltheil des Haarschaftes existirte und zuletzt knopfartig ausging.

Der zelligte Bau der äußern Schicht der Wurzelscheide, welcher schon im frischen Zustande kenntlich ist, wird durch die allmälige Einwirkung von Essigsäure noch klarer. Vorzüglich treten die Kerne, welche von keinen sehr großen Zellen umgeben werden, hervor. Manche dieser Nuclei erscheinen dann warzig, andere platter und mit einem Eindrucke in der Mitte versehen. Noch andere erinnern durch ihre Vertiefung und ihre Färbung vollständig an Blutkörperchen. Endlich sah ich auch noch den Fall, daß in Einer Zelle zwei gleich einem Doppelbrodte zusammenhingen. Alle zeigten unter stärkeren Vergrößerungen eine mehr gelbliche oder gelbröthliche Färbung. Fügt man zu einem solchen Präparate noch einige Tropfen einer Lösung von kaustischem Kali hinzu, so zeigen sich oft an einzelnen losgelös'ten Zellen dunkele pigmentartige Molecule.

Hat man die eben angeführten Studien an ausgerissenen Haaren gemacht, so muß man zur Ergänzung zur Betrachtung feiner senkrechter oder vielmehr der Stellungsrichtung der Haare entsprechender, schiefer Durchschnitte von behaarten Hautstellen fortschreiten. Am zweckmäßigsten verfertigt man diese an Theilen, welche mit bleibenden Wollhaaren versehen sind, z. B. an der Haut

der Wange, des Vorderarmes u. dgl. Man setzt das Doppelmesser der Richtung der Haarstellung entsprechend schief an und macht den Schnitt, wenn er bis zu dem subcutanen Zell- und Fettgewebe reicht, durch Essigsäure etwas durchsichtiger. Oft erhält man so auch Schnitte, an welchen die Wurzeltheile einzelner Haare vollständig isolirt sind. Man sieht dann, wie die Wurzelscheide blindsackartig um das untere Ende des Haares herumgeht. Die äußere Schicht derselben giebt sich durch ihre Zellen und Zellenkerne überall zu erkennen. Die innere, welche als ein heller Streif mehr von der Tiefe aus hindurchscheint, verschwindet bei dieser Anschauung meist früher oder später vor dem untern Ende. Der weiche Haarbalg erscheint als eine faserige Schicht, deren ausgebildete Fasern heller und durchsichtiger sind, während zahlreiche spindelförmige Kerne und Umhüllungsfasern auf ihnen liegen. Diese Substanz geht um den untern Theil der Wurzelscheide so herum, daß die Fasern an der Peripherie vorzugsweise longitudinal verlaufen und sich um das untere Ende mit ihrer nach oben gerichteten Convexität herumbiegen. Schon durch diese Anschauung manifestirt sich der weiche Haarbalg als ein gesondertes der Haarwurzel entsprechendes Gebilde. Bei genauer Einstellung des Focus hat es an geeigneten Präparaten noch den Anschein, als wenn dieser durch seine longitudinellen Fasern mehr charakterisirte, mehr im Innern liegende Sack auf seiner Oberfläche von einer Schicht schiefer und querer Faserbündel gleich einem Bündel Reiser eingeschnürt oder vielmehr umwunden würde. Die schiefen und queren Kerne und Umhüllungsfasern erscheinen dann sehr deutlich. Bei Behandlung eines solchen Präparates unter dem Compressorium sieht man oft einerseits, daß auch die innere Lamelle der Wurzelscheide bis gegen das untere Ende der letztern hinabgeht, während man anderseits die Fasern der weichen Haarzwiebel noch weiter hinauf verfolgen kann. Ist der Durchschnitt feiner, so bemerkt man, daß an der trichterförmigen Gegend, in welcher das Haar zur Haut hervortritt, die Elemente der Epidermis in die Tiefe umbiegen und eine eigene Einsackung für das Haar darstellen. Die Zellen der tieferen Schichten der Oberhaut bilden, in dem sie sich nach außen wenden, die äußerste Lage dieser Wurzelscheide, dann folgen höhere und ältere Blättchen, welche den Schaft oben umgeben, hierauf in Längslinien hinabgehen und indem sie sich an einzelnen Stellen auf die Fläche legen, oft den Schein von varicös angeschwollenen Fäden annehmen. Endlich kommt nach innen der helle, an einzelnen Stellen das durchsichtige Oel enthaltende Raum. Es gewinnt hiernach an Wahrscheinlichkeit, daß die äußere Schicht der Wurzelscheide, wenn man diese als Epidermidalgebilde betrachtet, den tieferen und jüngeren Zellen der Oberhaut entspricht, während die innere Schicht durch eigenthümliche Metamorphosen der höheren Lagen derselben hervorgerufen werden dürfte. Den weichen Haarbalg kann man vielleicht als einen ebenfalls eigenthümlich organisirten, diesen Epidermidalsack (die Wurzelscheide) umgebenden Lederhautsack, der aus tieferen reichlicheren Longitudinal- und oberflächlichen Circularfasern besteht, ansehen. An dem untern Ende desselben befinden sich die Formationen der ernährenden Gefäße und der Nerven des Haares.

Die Nägel sind in ihren Elementarverhältnissen schwieriger, als die Haare kennbar. Untersuchen wir zunächst feine senkrechte Querschnitte des abschneidbaren äußern Randes des Nagels, so sehen wir eine Menge mehr oder minder unbestimmter querer Durchgänge, welche eine über einander befindliche Schichtbildung andeuten. Diese tritt jedoch oft gegen die zahlreichen, an der Oberfläche befindlichen Rißflächen, die mehr in unregelmäßigr bogiger Richtung verlaufen, zurück. Auf senkrechten feinen Durchschnitten erkennt man

außer den Streifungen, welche durch den Zug des Messers entstehen und durch die man sich nicht täuschen lassen darf, unregelmäßig zahnartige Rißflächen und an diesen Lamellen angestreuete dunkelere Gebilde, welche bisweilen den Schein von eigenthümlichen Körperchen annehmen, solche aber wahrhaft nicht sind. An dünnen Flächenschnitten endlich erscheint die ganze Hornmasse unregelmäßig blättrig und mit eigenthümlichen oft zackigen Rißflächen versehen und zeigt sich bisweilen in den höheren Lagen etwas spröder, als in den tieferen. Aus den unbestimmten Bildern, welche man so erhält, läßt sich nur vermuthen, daß die Elemente des Nagels schichtweise gelagert seien, ohne daß sonst ihre Form unbestimmter zur Anschauung käme. Den Beweis, daß sie Zellen oder Blättchen sind, ist nur durch Anwendung von Reagentien zu führen. Lassen wir einen von der Leiche abgezogenen vollständigen Fingernagel einige Stunden in Vitriolöl liegen, so wird er zunächst an der Innenfläche, da wo im frischen Zustande die riefenartigen Längslinien verlaufen, breiartig. Kratzen wir diesen Brei ab und bringen ihn mit Schwefelsäure befeuchtet (denn Befeuchtung mit Wasser erzeugt einen störenden weißen Niederschlag) unter das Mikroskop, so sieht man, daß die ganze Masse aus rundlichen, länglichen, dreieckigen, viereckigen und anders geformten Blättchen, die theils isolirt in der Schwefelsäure herumschwimmen, theils in ihrer gegenseitigen Lagerung noch verharren, besteht. Wirkt die Schwefelsäure kalt 24 — 30 Stunden ein, so schreitet die Erweichung noch weiter fort. Selbst in einer Lamelle der äußersten Nagelschicht erkennt man dann die cellulösen Blättchen, mehr oder minder deutlich. In den noch mehr unregelmäßigen Lamellen, welche in der Flüssigkeit herumschwimmen, sieht man außer den Falten, Streifen und Körnchen oft eine helle mit dunkelm Rande bezeichnete, mit einem Kernkörperchen versehene Kernbildung. Will man die Wirkung durch Kochen des Vitriolöles beschleunigen, so muß man sehr vorsichtig sein, weil sich sonst leicht der ganze Nagel unter dunkelerer Färbung in der Flüssigkeit vollständig auflös't. Leichter kann man sich auch die Zellen in situ zur Anschauung bringen, wenn man z. B. einen Flächenschnitt der Nagelwurzel mit kaustischem Kali behandelt. Wir können daher den Nagel als aus stark verhornten und innig an einander gefügten zellenartigen Blättchen bestehend ansehen.

Bekanntlich zeigen sich an der Unterfläche des Nagels der Länge nach verlaufende Leisten, welche durch Furchen von einander gesondert werden, oft durch die Nagelsubstanz hindurchscheinen, und aus einer weichern, an der Luft leicht eintrocknenden, durch eine weißere Farbe sich auszeichnenden Masse bestehen. Unter schwacher Vergrößerung erscheinen sie wie meist longitudinale Falten mit bald glatten, bald zahnartigen oder mit Zöttchen besetzten Rändern, an welchen bisweilen ein eigenthümlich schattirter bandartiger Raum hinzulaufen scheint. Ihren Zusammenhang mit der unter ihnen liegenden Matrix erkennt man am besten an dünnen senkrechten Querschnitten. Hier bilden sie dann successive Arcaden und erinnern so gewissermaßen an die Hornfäden des Pferdefußes. In ihren (furchenartigen) Zwischenräumen steigen, wie vorzüglich die Untersuchung von blauen oder von künstlich injicirten Nägeln lehrt, Blutgefäßschlingen in mehr oder minder regelmäßiger Längensuccession empor und liegen in einer jüngern, weichern, aber wahrscheinlich auch schon in ihrem Verhornungsprocesse begriffenen Substanz eingebettet, ungefähr wie die Blutgefäße des Pferdefußes von den Hornfäden eingehüllt werden. Aehnliche Anschauungen, an welchen, wie hier, durch Essigsäure Kerne sichtbar werden, erhält man an dem hintern weichern Theile des Nagels. Indem so durch die faserige die reichlichen Blutgefäße enthaltende Matrix immer neue Hornzellen abgelagert werden, bewirkt die Bildung an der Nagelwurzel eine Vergrößerung des Nagels

der Länge nach, während die Entwickelung derselben an den Nagelfurchen den Breitendurchmesser vermehrt. Beide Wachsthumsarten compensiren einander dergestalt, daß der Nagel gegen sein freies Ende hin breiter wird, in seiner ganzen Ausdehnung aber eine glatte Oberfläche bekommt. Findet diese Compensation nicht Statt, so entstehen, wie wir dieses krankhafter Weise oft sehen, schuppige Nagelbildungen. Der Kanal erzeugt sich wahrscheinlich durch jüngere noch nicht vollständig verhornte Nagelzellen, die gleich denen an dem embryonalen Hornschnabel des Hühnchens eine weiße Farbe haben. Bleiben einzelne von ihnen in diesem Zustande zurück, während benachbarte in ihrem Verhornungsprocesse normal fortschreiten, so werden sie weiter nach vorn geschoben und erzeugen mit fernerm Wachsthume immer weiter rückende weiße Pünktchen. Von der Doppellamelle der Oberhaut, welche den Nagel als Falz vorzüglich unten umgiebt, setzt sich wahrscheinlich eine dünne, auf der Matrix liegende und später selbst verhornende Zellenschicht fort und bewirkt die continuirliche Verbindung mit der übrigen Oberhaut unter dem freien Nagelrande. Hiernach können wir den Nagel als eine eigenthümliche Wucherung von stark verhornenden Epidermidalzellen betrachten und uns vorstellen, daß je eine in den Longitudinalfurchen verlaufende Blutgefäßschlinge mit ihren umgebenden jüngeren Zellenmassen den jüngeren Epidermidalzellen eines Tastwärzchens entspricht. Wie aber schon bei dickerer Oberhaut die Zwischenräume zwischen den Epidermidalbekleidungen der Tastwärzchen von älteren und mehr verhornten Oberhautzellen überlagert werden und so eine weniger hügelige Oberfläche herauskommt, so wiederholt sich dasselbe in noch höherm Grade bei dem Nagel, dessen stärker verhornte Zellenbildungen die Oberfläche der Blutgefäßschlingenbekleidung bedecken und sich als Leisten zwischen sie hinabsenken.

3. Verdauungsorgane.

Auf senkrechten, durch die Lippen geführten Durchschnitten überzeugt man sich bei der mikroskopischen Untersuchung leicht, daß die Epidermis der äußern Haut der Lippen unmittelbar in das Epithelium der Mundhöhle übergeht. Auch die tieferen Cutislagen zeigen zuerst ihren Geweben nach keine wesentliche Verschiedenheit. Die älteren platten Epidermidalblättchen, welche auf senkrechten Durchschnitten in ihrer Schichtung in wellenförmigen Linien erscheinen, werden nach innen zu ziemlich schnell dünner. Die jüngeren Zellen sind an der Innenfläche der Lippen in sehr reichlichem Maße vorhanden, ja vielleicht sogar etwas stärker als an der äußern Epidermis. Am charakteristischsten aber sind für diese die reichlichen, dicht auf einander folgenden Hügelchen, von denen jedes durch einen Blutgefäßbogen bezeichnet wird. Denselben wesentlichen Charakter scheint die übrige Innenhaut der Lippen beizubehalten. Ueberall stößt man auf dicht bei einander liegende Colliculi, welche an ihrer Oberfläche die Blättchen und Zellen des Pflasterepithelium der Mundhöhle haben, während die Lederhautschicht dünner ist und zuletzt sogar gegen das Zahnfleisch hin in gewöhnliches subcutanes Zellgewebe überzugehen scheint. Schon hier gewahrt man einzelne, jedoch nur auf den wenigsten senkrechten Durchschnitten wahrnehmbare helle Schläuche, welche die Epithelialschichten durchsetzend in die Tiefe dringen. Schreitet man nach der Wangengegend fort, so erzeugen die reichlichen Backendrüsen schon eine eigenthümliche Beschaffenheit der Epithelialschichten. Diese zeigen sich nämlich wegen der häufigen dicht bei einander liegenden Drüsenmün-

dungen auf eine fast reguläre Weise durchbrochen und erscheinen daher in Form eines Netzwerkes, bei welchem die Epithelialzellen ziemlich kreisförmig um jede einzelne Drüsenmündung herumgehen. Auf gelungenen senkrechten Durchschnitten sieht man sehr schön, wie bei diesen Backendrüsen die Drüsenchläuche sich gabelig oder fingerförmig theilen und dann blind endigen. Senkrechte Durchschnitte des Zahnfleisches zeigen ebenfalls abwechselnde Hügel und Thäler ihrer Oberfläche, welche nach außen durch alle successiven Stadien der gewöhnlichen Pflasterepithelialbildung der Mundhöhle dargestellt werden. Als das Bestimmende jedoch ergeben sich in der Tiefe befindliche Faserzüge, welche steil emporsteigen, bogig herumgehen, gleich steil hinunterlaufen, so an die Hautwärzchen entfernt erinnern, wahrscheinlich die Blutgefäße und Nerven enthalten und von den Epithelialbildungen überall umkleidet werden, und die man so gewissermaßen als die Coriumschicht des Zahnfleisches ansehen kann. An den lockereren Stellen, vorzüglich in der Nähe des Ueberganges in die Schleimhäute der Lippen und der Wangen, findet sich in der Tiefe reichliches Bindegewebe, welches sich unmittelbar in die Lederhautschicht des Zahnfleisches fortzusetzen scheint. Die sogenannten Weinsteindrüsen, welche ich übrigens selbst noch nicht genauer untersucht habe, werden als mit Zellen gefüllte geschlossene Säckchen beschrieben.

Von den menschlichen Zähnen wurde schon oben in dem zweiten Abschnitte gehandelt.

Das Zahnsäckchen, welches man durch Zerklopfen des frischen Zahnes und Loslösen der Fragmente isolirt, studirt man zunächst am besten an einwurzeligen Zähnen. Hat man die obere Hälfte desselben glücklich isolirt, so sieht man, daß sein oberes zugespitztes und am Schlusse abgerundetes Ende vollkommen geschlossen ist. Man erkennt schon oft ohne alle Vorbereitung die mit Blut gefüllten zierlichen Capillaren, deren Stämmchen von 0,003‴ bis 0,006‴ bis 0,015‴ in ihrem Durchmesser variiren und die große Maschenräume zwischen sich übrig lassen. Zu gleicher Zeit erscheint die eingedrungene Luft nicht selten in Form von eigenen breiten bisweilen bogig anastomosirenden Längenstreifen und an der Spitze als runde Gebilde, welche leicht das täuschende Ansehen von concentrisch schaaligen Kugeln annehmen. Die äußerst zahlreichen Nervenfasern bringt man am besten durch Einwirkung von kaustischem Kali zur Anschauung. Sie verlaufen meist der Länge nach von der Wurzel nach der Krone hin, verbinden sich durch schiefe, bisweilen nur aus einer oder wenigen Primitivfasern bestehende Aeste plexusartig, zeigen schon hier einzelne umbiegende Bogen und bieten gegen das blinde Ende des Zahnsäckchens an geeigneten Präparaten ihre meist einzelnen Endumbiegungsschlingen sehr deutlich dar. Zerreißt man ein Stück des Zahnsäckchens mit zwei Nadeln, so sieht man, daß die Wandung desselben aus Fasern, die selbst wieder aus sehr feinen, etwas rauhen, wie mit feinen Kügelchen besetzten, sich zart wellenförmig biegenden Fäden bestehen, zusammengesetzt wird. Nach Behandlung mit Essigsäure werden sie hell und scheinbar feinkörnig, während größere Kerne vorzüglich nur besonders da, wo Blutgefäße und Nerven verlaufen, zum Vorschein kommen. Außer diesen zeigen sich noch an der Innenfläche der Wandung zahlreiche Kerne, wahrscheinlich der auskleidenden Epitheliumzellen. In der Flüssigkeit, unter welcher man ein Zahnsäckchen zerrupft hat, schwimmen häufig platte, mit Kernen versehene Epithelialblättchen.

Die äußerst starken Lagen der Zellen des Pflasterepithelium und die verschiedenen, als fadige kegelförmige, pilzförmige und umwallte aufge-

führten Wärzchen charakterisiren die Schleimhaut der obern Fläche der Zunge. Bereiten wir uns z. B. einen feinen Querschnitt aus dem vordersten Theile derselben nahe der Zungenspitze, so sehen wir, wie die getroffenen Wärzchen als cylindrische bis keulenförmige, an ihren freien Rändern abgerundete, feste, Darmzotten ähnliche Gebilde reihenweise stehen, und von reichlichen und dichten Schichten von Pflasterepithelium bekleidet werden. Dieses schlägt sich dann von einer Warze auf die benachbarte über, bildet hierbei gewissermaßen vorhangartige Linien und zeigt gerade an diesen Stellen die reguläre pflasterartige Anordnung. Mehr im Innern des Wärzchens erkennt man oft die einzelnen, durch das Epithelium durchscheinenden, mit Blut gefüllten Capillaren. Die Nerven bringt man wieder durch langsame Einwirkung von kaustischem Kali zur Anschauung. Man sieht wie sie, die in sehr reichlichem Maße vorhanden sind, in der nicht weit unter den Wärzchen beginnenden Muskelsubstanz häufige Geflechte bilden und wie dann meist vereinzelte und geschlängelte Primitivfasern in dem Innern der Wärzchen emporsteigen und hier sich theils unkenntlich verlieren, theils aber auch an einzelnen Stellen Endumbiegungsschlingen darbieten. Jedes Wärzchen enthält mehre Primitivfasern. Ich zählte z. B. in einzelnen 6—12. Durch Behandlung mit Essigsäure werden nicht nur die tieferen Schichten unter den älteren Zellen bedeutend heller, sondern es erscheinen auch die sehr reichlichen Kerne der tiefsten und jüngsten Zellenlagen. Diese sieht man ebenfalls, wenn man durch Abkratzen den Zungenbeleg möglichst entfernt und dann durch den mehr roth aussehenden Theil senkrechte Querschnitte macht. Zugleich erscheinen dann die Endtheile vieler Warzen vielzackig, ähnlich vielen hervortretenden Bergspitzen, eine Anschauung, die auch durch den unvorbereiteten Zustand in sofern bestätigt zu werden scheint, als man auch hier bisweilen, jedoch viel seltener eine Theilung im Innern, bei einfacherer Epithelialanordnung wahrnimmt. Es dürften daher im Innern einer einfacheren Zungenwarze oft mehre einfache Zackenabtheilungen enthalten sein, so wie sich auch zwischen den emporgestellten Warzen rudimentäre einfachere finden, über welche der Epithelialüberzug mehr glatt hinweggeht. Die geschilderten Verhältnisse finden sich im Wesentlichen bei den fadigen, kegelförmigen und pilzförmigen Wärzchen wieder. Ueber den Bau der umwallten aber habe ich mir noch keine ganz klare Begriffe bilden können. An der untern glatten Oberfläche der Zunge ist die Epithelialformation um Vieles dünner und ebener, und die Faserlage, welche auch an der obern Fläche in das Centrum der Wärzchen höchst wahrscheinlich übergeht, wenn auch nicht absolut, doch relativ stärker. Die Zungendrüsen, vorzüglich an der Wurzel und der Seite der Zunge sind alle, wie es scheint, verzweigte Bälge. Auf senkrechten, longitudinalen oder transversalen, und auf schiefen Schnitten der Schleimhaut sieht man oft ihre Mündungen oder ihre durchschnittenen Röhren, von denen die ersteren zur Epithelialbildung in demselben Verhältnisse stehen, wie es bei den Backendrüsen geschildert worden. Ihre Endtheile erblickt man am besten, wenn man ein Stückchen Schleimhaut der Zungenwurzel mit ihnen lospräparirt, zwischen zwei Glasplatten leise zusammendrückt und von unten her betrachtet. Sie sind, obgleich sie auch ihre gewöhnliche Epithelialbildung enthalten, oft verhältnißmäßig hell, liegen mit ihren Enden eng, häufig bis zu theilweiser gegenseitiger Abplattung bei einander und erscheinen so nicht selten länglich. Die Unterzungenschleimbeutel habe ich nicht untersucht. Die gesammte Muskulatur der Zunge besitzt quergestreifte Muskelfasern.

Durch die Haut des harten Gaumens geführte senkrechte Längen- oder Querschnitte führen auf den ersten Blick zu ähnlichen Anschauungen, wie diejenigen sind, welche aus dem Zahnfleische geschildert wurden. Unter den oberflächlichen und tieferen Schichten des Pflasterepithelium erscheinen wieder die senkrechten pallisadenähnlichen Faserzüge, welche in ihrem Innern wahrscheinlich die Blutgefäße und, wie die Behandlung mit Kali lehrt, die Nervenschlingen enthalten und unten in das unterliegende, starke Fasern besitzende Netzgewebe übergehen. Die letzteren erscheinen eigenthümlich. Die ganze Masse gewährt bei schwachen Vergrößerungen bisweilen den Schein einer gebröckelten Gallerte. Einzelne an den Enden hervorstehende Fasern sind platt und matt weißgelblich. Aufliegende, oft große und dann meist länglichrunde Kerne erkennt man schon theils im frischen Zustande, vorzüglich aber nach Befeuchtung mit Essigsäure. Nach ihnen folgt dann ein schwammiges an Fett, Blutgefäßen und Nerven reiches Bindegewebe mit ebenfalls netzförmigen Faserzügen, dessen Maschenräume oft (wahrscheinlich wegen eingerollter, durchschnittener, durchsetzender Faserbündel) dunkel erscheinen und leicht die Täuschung von Drüsenbildung erzeugen können. An der Haut der Vorderfläche des weichen Gaumens wird das Epithelium noch etwas weicher und bildet hier und da Hügel. In der Tiefe erscheinen noch die pallisadenartigen Wärzchen. Das unter ihnen liegende Zellgewebe wird reichlicher und laxer und enthält sehr zahlreiche, oft die anderen Gewebe gänzlich verdeckende Fettkugeln. Neben den gewöhnlichen sehnigen Bindegewebfäden der Raphe erkennt man sehr viele elastische Fasern. Die in der Tiefe befindlichen äußerst reichlichen, verzweigten und mit rundlichen Köpfchen von ungefähr 0,026''' endigenden Schleimdrüsen, welche wegen ihres hellen Secretes ebenfalls heller erscheinen, liegen in lockeren Netzen von Zellgewebefasern auf die gewöhnliche Art eingebettet. Am Zäpfchen begegnen wir noch jüngeren, oft ganz runden Epithelialzellenformationen. In der lockern bindegewebigen, äußerst drüsenreichen Grundmasse desselben verlaufen die meisten größeren Blutgefäßstämmchen schlangenartig gewunden. Diese Drüschen zeigen ganz dieselben Structurverhältnisse, wie die des weichen Gaumens, und werden auf gleiche Art durch Essigsäure dunkler und für das freie Auge fast milchweiß. Auf den ersten Blick scheinen sie traubige Drüschen mit rundlichen bis länglichrunden Köpfchen zu sein. Bei genauerer Betrachtung sieht man aber, daß viele scheinbare Köpfchen durch Windungen und Ausbuchtungen der Drüsengänge entstehen. Durch Vergleichung scheint es sich immer mehr herauszustellen, daß sich die Drüsenröhren, ehe sie ihre blinden Enden erreichen, häufig wieder und vielleicht auch gegenseitig verwickeln, ohne hierbei ihre Durchmesserverhältnisse auf eine bedeutende Weise zu ändern. Die Fasern des Zäpfchenmuskels laufen wegen der reichlichern Drüsenbildung und ihrer größern Sparsamkeit versteckter, als die des Gaumenschnürers im vordern und des Rachenschnürers im hintern Gaumenbogen, wo man bei Durchschnitten den Muskelfasern unter der dünnen Schleimhaut sogleich begegnet. Die Mandeln bilden zusammengehäufte größere Drüsenbälge, welche innerlich von einem Pflasterepithelium bekleidet, in einem Fasernetzwerke eingebettet sind, hierbei oft abgelagerte Fettkugeln enthalten und deren genauere Erforschung durch den überall befindlichen Schleim sehr gehindert wird. Hat man diesen aus der Höhlung eines Hauptganges zum Theil mit dem Epithelium durch Abschaben entfernt und untersucht ein Stückchen der Kanalswandung, so stößt man unter dem Epithelium auf Fasern, welche von den Bindegewebefasern wesentlich ver-

schieden, den oben erwähnten Fasern der Gaumenhaut im äußern Ansehen ähnlich sind und noch mehr an einfache Muskelfasern erinnern. Schon hier findet man unter dem abgeschabten Epithelium neben den bei weitem die größte Masse ausmachenden Pflasterzellen einzelne Flimmercylinder. Diese werden an der Schleimhaut der Hinterfläche des Gaumens vorzüglich nach oben das vorherrschende Epithelium. Nach unten gegen das Zäpfchen hin dagegen und an diesem zeigen sich in den abgeschabten Massen noch cylindrische mannigfache, oft mit Fortsätzen versehene Pflasterzellen. Wegen der reichlichen Drüsen und des anhaftenden Schleimes bieten aber überhaupt die abgeschabten Fragmente sehr verschiedene Producte dar. Die Drüsen, welche hier etwas niedriger, als die an der vordern Fläche sind, verhalten sich sonst ganz wie diese. Alle Muskeln des weichen Gaumens besitzen quergestreifte Muskelfasern.

Schon bei dem Abschaben der Schleimhaut des Schlundkopfes ½'' unter den Choanen findet man Blättchen des Pflasterepithelium, welches sich dann längs des Schlundes und der Speiseröhre fortsetzt. Auf die Schichten der sich oft sehr zierlich darstellenden Epithelienpflaster folgt die verhältnißmäßig nicht sehr dicke Lage der Fasersubstanz der Schleimhaut, welche hinter ihrem eigenen Fasernetzwerke eine dünne Geflechtschicht von nicht dicken Fasern, die sehr an elastische erinnern, darbietet. Man sieht sie am besten, wenn man Schleimhautstückchen ausbreitet, von ihrer Außenfläche her betrachtet und wenn es nothwendig wird, durch Essigsäure durchsichtiger macht, obgleich sie auch schon ohne dieses Mittel vollständig erkannt werden können. Die Schleimdrüsen, welche nach oben zu reichlicher und größer, als nach unten hin sind, liegen hinter diesen Faserschichten und stoßen daher an die Muskulatur des Schlundes, bilden traubenförmig gruppirte Säckchen, welche bisweilen noch an ihren blinden Enden unvollständig getheilt sind und stimmen, abgesehen von ihrer Theilung und der größern Kürze ihrer Drüsengänge, sonst ganz mit den Drüsenbildungen des weichen Gaumens überein. Die Muskulatur des Schlundkopfes und des Schlundes ist durchgängig quergestreift. Die Schleimhaut der Speiseröhre bildet die unmittelbare Fortsetzung der des Schlundes und zeigt gleich an ihrem Anfange einfachere und zusammengesetztere Schleimdrüschen und bisweilen Fettablagerungen dicht hinter ihren Fasersubstanzen. Ihre Muskelfaserhaut erscheint gerade bei dem Menschen in einem eigenthümlichen Verhalten. Während nämlich bei dem Kaninchen, dem Schafe, die Muskulatur längs des ganzen Oesophagus vorherrschend quergestreift ist, und an der Cardia mit strahligen Zacken, in welche die Zacken der einfachen Muskelfasern des Magens eingreifen, ausläuft, finden wir in der menschlichen Speiseröhre bei einer Totallänge von 14'' z. B. in einer Distanz von 9—10'' von der Cardia nach aufwärts helle, schmale, platte, einfache Muskelfasern. An der Grenzstelle intercaliren sich zwischen den einfachen Muskelfasern Bündel von quergestreiften, so daß man hier leicht an einem und demselben mikroskopischen Präparate beiderlei Arten von Fasern zur Anschauung erhalten kann. Höher hinauf sieht man auf den ersten Blick nur quergestreifte Fasern. Allein hebt man die mehr nach außen liegenden Schichten von zusammengesetzten Muskelfasern ab, so stößt man in der Tiefe wiederum auf einfache, deren Schichten nur um so dünner und um so mehr durch Zellgewebe verhüllt werden, je weiter man nach oben emporgeht. Auf diese Weise schieben sich hier, wie wir dieses noch bei anderen Theilen sehen werden, beide Systeme von Muskelfasern gleichsam wechselseitig ein. Was die Schleimdrüsen be-

trifft, so liegen, wie es scheint, vorzugsweise longitudinal größere Traubendrüschen, die meist schon dem freien Auge leicht auffallen und deren einzelne Drüsenaggregationen oft ½ Linie und mehr messen und sich zu mehren bei einander befinden, in dem hinter der eigentlichen Schleimhaut befindlichen Zellgewebe. Sie stellen sich ihrer Structur nach ganz, wie die Schleimdrüsen des weichen Gaumens und des Schlundes, dar. Der Ausführungsgang erscheint oft geschlängelt. Eine andere Reihe von Gebilden kann aber leicht, wie dieses auch (Krause?) begegnet ist, zur Verwechselung mit Drüsen Veranlassung geben. Schon mit freiem Auge erkennt man nämlich an der flächenartig ausgebreiteten Schleimhaut der Speiseröhre eine Menge kleiner, im Sonnenlichte glänzender Wärzchen. Auf senkrechten oder schiefen Schnitten erscheinen sie von ihrer starken Epithelialformation bekleidet, wie dicht bei einander liegende in der Schleimhaut befindliche Drüsenschläuche. Allein abgesehen von ihrer Lage und der Eigenthümlichkeit ihrer Epithelialform sieht man nicht selten in ihnen, wie in anderen Hautwärzchen, die Blutgefäße auf die bekannte eigenthümliche Weise verlaufen. Der Mensch hat hier gewissermaßen in Minimo, was viele Seeschildkröten so ausgebildet besitzen.

Längs des ganzen Verlaufes des Darmrohres vom Magen bis zum After zeigen der Bauchfellüberzug, die Muskelhaut und die Zellgewebelagen keine sehr wesentlichen Unterschiede ihrer Gewebeelemente. Die Muskelfasern sind überall einfache. Es bleiben uns daher die nach den Oertlichkeiten sehr verschiedenen Verhältnisse der Schleimhaut, vorzüglich der Epithelien, der Zotten- und Faltenformationen, so wie der Drüsenbildungen derselben, speciell zu betrachten übrig.

Schon in dem untern Theile der Schleimhaut der Speiseröhre werden die Schichten der Epithelien dünner und feiner, so wie auch die übrige Schleimmembran scheinbar zarter. An der Cardia begegnen wir den dem freien Auge schon von innen her als gelbliche Drüsenhäufchen auffallenden Cardiadrüsen, welche bei der verhältnißmäßigen Dunkelheit ihres Inhaltes ihren traubigen Bau selbst auf dunkelm Grunde sehr schön zeigen. Bei durchfallendem Lichte erkennt man, daß ihre Drüsengänge sich mannigfach theilen und zum Theil gewunden verlaufen. Dicht hinter ihnen und zum Theil zwischen ihnen begegnen wir den eigentlichen Magendrüsen, welche bei ihrer größern Kürze und dafür desto bedeutendern Menge nur gänzlich bis fast gänzlich in der Faserschleimhaut des Magens eingebettet liegen und den Magensaft absondern. Es sind dieses mehr oder minder senkrecht gestellte, entweder in dem untersten Bereiche der Schleimhaut oder dicht unter derselben blind und abgerundet endigende, sehr lange und verhältnißmäßig schmale, bisweilen etwas geschlängelt verlaufende und oft unten schwach retortenartig gebogene, bald einfache bald sich theilende Drüsen, welche so dicht bei einander stehen, daß das für Grundsubstanz der Schleimhaut übrig bleibende Spatium weit geringer, als sie selbst sind und daß daher bei irgend dicken, senkrechten Schnitten die benachbarten tiefer liegenden Magendrüsen diese hellen Schleimhauträume decken, so daß das Ganze an einzelnen Punkten drüsig erscheint. Die innerhalb der hellen und durchsichtigen Mittelhaut in reichlichster Menge liegenden Körner und Zellen der Innenformation lassen sie dunkel bei durchfallendem und heller milchweiß bei auffallendem Lichte erscheinen. Deshalb geben sie sich auch schon dem freien Auge auf feinen senkrechten Durchschnitten als senkrechte weißliche Streifen zu erkennen. Ihre mittlere Länge beträgt ungefähr 0,4''' bis 0,6''';

ihre mittlere Breite 0,022'''. Nach unten an ihrem blinden Ende erweitern sie sich oft zu einem Durchmesser von 0,040''' und bleiben hierbei entweder einfach oder erscheinen seltener etwas traubig. Außer diesen Drüsen zeigen sich bisweilen in der Schleimhaut, z. B. des Cardiatheiles, des Blindsackes, in der Nähe des Pförtners runde, bei durchfallendem Lichte körnig dunkele, bei auffallendem Lichte gleich den Magendrüsen matt milchweiße Körper von 0,054''' bis 0,040''' mittlerem Durchmesser, welche vorzüglich nach Behandlung mit Essigsäure innerhalb einer durchsichtigen, wie es scheint, völlig geschlossenen Haut, eine reichliche Anhäufung von körnigen Zellgebilden, welche der Innenformation der Magendrüsen sehr nahe stehen, zeigen. Sie scheinen mit ähnlichen Gebilden, die auch an anderen Schleimhäuten vorkommen, verwandt bis identisch zu sein. Obwohl die genannten Magendrüsen in der ganzen Magenschleimhaut anzutreffen sind, so stößt man doch auch oft gegen die Pförtnerklappe und die kleine Curvatur hin auf etwas größere, zusammengesetztere, fingerförmig getheilte bis traubig verästelte und in ihren Gängen oft verwickelte Drüschen, welche man mit dem Namen der zusammengesetzten Schleimdrüsen des Magens belegen kann und die man theils auf einzelnen senkrechten Durchschnitten, theils dadurch zur Anschauung bringt, daß man Flächenschnitte der Magenschleimhaut durch Essigsäure durchsichtiger macht. An der Pylorusklappe selbst findet man noch größere Drüsenhaufen die Pförtnerklappendrüsen, welche zwar meist äußerlich weniger, als die Cardiadrüsen hervortreten und im Ganzen auch ein geringeres Volumen besitzen, sich aber auch bei der mikroskopischen Untersuchung als zusammengesetzte Drüsen zu erkennen geben. An einzelnen am Rande des Präparates hervortretenden Läppchen sah ich deutlich, wie sich der 0,019''' breite Drüsengang bogig knäuelförmig verwickelte. Von diesen Schleimdrüsenbildungen sind endlich noch die zusammengesetzten Magendrüschen, welche besonders hier vorkommen, zu unterscheiden. Diese liegen noch in der Schleimhaut eingebettet, sind aber mehrfach gabelig getheilt bis schwach baumförmig verästelt, schlängeln sich oft zum Theil mit ihren Drüsengängen und erscheinen auch deutlich an Stellen, welche schon an ihrer Oberfläche mit Zotten besetzt sind. Ihnen ähnliche, oft etwas größere und hellere bisweilen aber selbst dunkele Drüschen setzen sich (als Brunner'sche Drüschen?) auch in den Zwölffingerdarm fort. Das Epithelium des Magens bildet ein Pflasterepithelium, wird aber mit dem Speisebrei, dem Magensafte und Magenschleime leicht abgestreift und mit den losgestoßenen Cylindern der Magendrüschen vermischt.

An der Pförtnerklappe und zwar, wie es scheint, etwas nach dem Magen hin beginnen die Zotten, welche sich von hier durch den Zwölffingerdarm, den Leerdarm und Krummdarm bis gegen die Grimmdarmklappe fortsetzen, während im Magen Hügelfalten existiren. Im Zwölffingerdarme erscheinen die auf den verschiedenen Falten und zwischen denselben befindlichen Zotten im Ganzen niedriger, oft breiter und mehr oder minder platt und verbinden sich an der Basis durch Falten netzförmig. Zugleich geht das Epithelium in die Form des Cylinderepithelium, welches sich an allen Stellen, wo Darmzotten existiren, vorfindet, über. Dadurch zeigen sich nach den Localitäten einzelne Verschiedenheiten. In dem obern queren Theile des Zwölffingerdarmes sieht man neben breiteren, bisweilen getheilten und unvollständig eingeschnittenen Zotten auch schmalere, die jedoch im Ganzen niedrig bleiben. Sobald aber im absteigenden und dem untern queren Theile die Kerkring'schen Falten in ihrer reichlichen Aufeinanderfolge

beginnen, werden sie oft etwas höher, obgleich sie noch eine ziemliche Breite, besonders an ihrer Basis, behalten und sich daher nach oben zuspitzen, um mehr oder minder abgerundet zu schließen. Viele gleichen hier oft einer schönen Bergpyramide. Vorzüglich in dem untern queren Theile und gegen den Uebergang in den Leerdarm hin erscheinen viele cylindrisch, länger, oben stark abgerundet, angeschwollen, graciler u. dgl. mehr. Man sieht hieraus, daß sich von dem Anfange des Zwölffingerdarms nach dem Dünndarme hin die Zotten immer mehr auf Kosten der Zwischenfältchen individualisiren, obwohl schon einzelne vollendetere Formen selbst gleich hinter der Pförtnerklappe vorkommen und umgekehrt breitere Zotten auch noch tief unten wahrgenommen werden. Das Substrat der Darmzotten bildet eine helle, wahrscheinlich sehr feinfaserige Grundlage, welche mit den übrigen Faserschichten der Schleimhaut in Zusammenhang steht, oft ganz durchsichtig erscheint, in sich die Blutgefäßnetze und von diesen umstrickt und etwas entfernt von ihnen mehr nach der Achse der Zotte die Anfänge der Chylusgefäße enthält und nach außen von dem Cylinderepithelium bekleidet wird. Unvorbereitet stellen sie sich auf feinen senkrechten Schnitten auf folgende Art dar. Die von ihrer Epithelialformation befreite Zotte zeigt einen hellen, bisweilen sogar an einzelnen Stellen von einer dunkeln und einer hellen Linie umschriebenen Begrenzungsrand, als liege unter dem Epithelium eine durchsichtige Membran, ungefähr gleich der Mittelhaut der letzten Drüsenköpfchen. Im Innern der Zotte sieht man eine große Menge von rundlichen bis länglichrunden Körpern, welche die ganze Zotte körnig dunkel machen und auf die wir bei den Dünndarmzotten ausführlicher zurückkommen werden. — Was die Drüsen betrifft, so finden sich die rundlichen bis unregelmäßig länglichen, oft eingeschnittenen Traubenhaufen der Brunner'schen Drüsen in dem obern queren Theile des Zwölffingerdarms so zahlreich, daß ihre oft dicht bei einander liegenden Häufchen schon dem freien Auge auffallen und daß man hier mit dem Doppelmesser fast keinen Schnitt macht, ohne Fragmente solcher Drüsen zu erhalten. Sie bilden lappige, dichtgedrängt traubige Massen, welche mit den Haufen ihrer Drüsengänge und ihrer Beeren theils in dem untersten Theile der Schleimhaut, theils hinter derselben liegen, deren zahlreiche Ausführungsgänge oft nur sehr wenig gebrämt emporsteigen und deren blinde Enden meist zwischen 0,018 bis 0,034''' im Durchmesser haben. Hat man sie isolirt und durch schwaches kaustisches Kali durchsichtiger gemacht, so gewahrt man oft an der Mittelhaut ihrer Endbläschen eine feinstreifige Beschaffenheit, so wie einfache Endbläschen, welche durch schwache Einschnitte eine unvollständige Theilung darbieten. Da, wo ihre zahlreichen Häufchen bei einander liegen, erlangen einzelne nicht selten einen Durchmesser von etwas mehr als einer Linie. Obgleich etwas seltener werdend, sind sie in dem absteigenden Theile des Zwölffingerdarms noch sehr häufig, in dem untern horizontalen Theile dagegen, wie es scheint, sparsamer. Breitet man hier eine abgeschnittene Kerkring'sche Falte flächenartig, so daß sie auf ihrer Oberfläche aufliegt, aus und macht sie durch kaustisches Kali durchsichtig, so stößt man auf einzelne sehr kleine traubenförmige Drüschen, deren zum Theil selbst, wie es scheint, verschmolzene Endbläschen, welche im Mittel nur ungefähr 0,008''' bis 0,012''' messen, die man aber weder mit den geschlängelten Blutgefäßen, noch mit dunkelkörnigen, vielleicht zum Theil den Chylusgefäßen angehörenden Massen verwechseln darf. Es haben jedoch die Existenz und die Verhältnisse dieser Drüschen (welche auch von Böhm beobachtet sein dürften)

eine genauere Constatirung nöthig, da ich sie oft trotz aller Mühe nicht auffinden konnte.

Die längeren, gracileren, häufig an ihrem Ende mehr oder minder kolbigen, selten gabelig getheilten oder eingeschnittenen Zotten des Dünndarmes bestehen aus denselben wesentlichen Elementartheilen, welche schon bei den Zwölffingerdarmzotten angeführt wurden. Hat man ein Stückchen Dünndarmschleimhaut in kalter Essigsäure (welche sich dabei bisweilen bläut) liegen lassen, so sieht man bei starker Vergrößerung an der nach Abstreifung des Epithelium die Zotte begrenzenden Haut, so weit sie nicht durch die innere Körnermasse undurchsichtig gemacht wird, den Contouren der Zotte entsprechend bogig herumgehende, mehr oder minder vollständige dunkele Linien, welche bisweilen am Rande rauh und mit sehr kleinen Umhüllungsspindeln besetzt zu sein scheinen. Der größte Theil der Körper, welche im Innern enthalten sind, zeigt sich rundlich bis länglichrund und dürfte zum Theil zu den Gefäßen der Zotte gehören. Andere scheinen oberflächlicher zu liegen. Bei einzelnen von ihnen sieht man einen saturirtern Kern von einem hellen Hofe umgeben. Die Bedeutung der verschiedenen hier sich darbietenden Formen bedarf noch genauerer Untersuchungen. Die Blutgefäße werden in größerer oder geringerer Verbreitung oft kenntlich, wenn man die Zotten mit Salpetersäure oder gehörig verdünnter Schwefelsäure oder kaustischem Kali befeuchtet. An einzelnen Zotten erscheint oft ein dunkelkörniger Streif, der an der Basis mit ähnlichen dunkelkörnigen Netzen zusammenhängt. Wahrscheinlich sind dieses, wie auch die fettige Natur der Körner andeutet, Lymphgefäße. Daß jener dunkle Streif kein Blindsack sei, sieht man daraus, daß er sich bisweilen als eine Schlinge darstellt, oder wenigstens eine Schlingenumbiegung an der Spitze zeigt. — Außer den Lieberkühn'schen Drüsen sind hier die an der dem Bauchfellansatze entgegengesetzten Wandung vorzüglich des Ileum und besonders des untern Theiles desselben vorkommenden Peyer'schen Drüsen anzuführen. Sie sind, wie die vereinzelten Schleimdrüsen, sehr verschieden ausgebildet, bilden meist länglichrunde bis rundliche Haufen und zeigen sich dem freien Auge als eine Anhäufung rundlicher Theile, welche, wenn ihre Centralkapseln minder gefüllt sind, wegen des Vorherrschens der in den Zwischenräumen derselben stehenden Zotten und des anhaftenden Schleimes das sammetartige Aussehen der übrigen Darmschleimhaut ebenfalls hervorrufen. Sind ihre Centralkapseln gefüllter, so erscheinen sie wie helle Tüpfel zwischen den gelblicheren und dunkeleren Zotten. Das ganze eigenthümliche Ansehen dieser Peyer'schen Drüsenflecke wird aber nur dadurch hervorgerufen, daß von einfachen Drüsenvertiefungen umgebene Centralkapseln hier mehr oder minder haufenweise bei einander stehen. Denn einzelne und zum Theil größere Gebilde der Art (sogenannte Glandulae solitariae) finden sich in der übrigen Schleimhaut des untern Theiles des Dünndarmes, wo selbst schon Peyer'sche Drüsenflecke existiren, zerstreut, und fallen, wenn die Füllung einigermaßen bedeutend ist, dem freien Auge sogleich auf. Die Centralkapsel bildet einen geschlossenen rundlichen bis länglichrunden Balg, welcher selbst durchaus zottenleer ist, während in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Kapseln der gewöhnliche Zottenbesatz hervortritt. In seiner Peripherie liegt eine Reihe von Drüsenöffnungen (nach der gewöhnlichen Angabe 5 bis 10, doch wahrscheinlich mehr). Die Centralkapsel enthält eine schleimige Flüssigkeit mit äußerst zahlreichen, meist unregelmäßig rundlichen Schleimkörperchen von 0,003''' mittlerm Durchmesser, besitzt eine eigene,

helle, bisweilen faserig erscheinende, besonders bei senkrechten Durchschnitten deutlich sichtbare Wand, und liegt nicht ganz an der Oberfläche, sondern unterhalb einer dünnen Schicht der Darmschleimhaut, welche sich dann an die Basis der benachbarten Zotten hin fortsetzt. Statt einzelner, isolirt stehender Kapseln erscheinen bei vielen Drüsenflecken kreisförmige, bogige, verästelte und anastomosirende Figuren. An den Kapseln selbst konnte ich nie mit genügender Deutlichkeit einen Ausführungsgang wahrnehmen. Man sieht oft schon mit freiem Auge in der Mitte einen dunkeln Punkt, dessen Bedeutung mir nicht klar wurde. Böhm bemerkte bisweilen einen Eindruck, Krause eine Mündung in der Mitte des Balges, der sich zugleich durch die peripherischen Mündungen nach außen öffnen soll. Während die Centralkapsel von Fasern der Schleimhaut an ihrer Peripherie rings umkränzt wird, erscheinen die Mündungen, welche an dem Umkreise zum Vorschein kommen, meist länglichrund und bei der schiefen Stellung ihrer Gänge oft schmal und mit ungleicher Höhe ihrer beiden einander gegenüberstehenden Ränder und bedeutend größer, als die Oeffnungen der Lieberkühn'schen Drüschen. Beiderlei Arten von Mündungen in der Schleimhaut führte ich mir noch am klarsten zur Anschauung, wenn ich flächenartige ausgebreitete Schleimhautstücke, an welchen ich mit dem Pinsel die Zotten in Ordnung gebracht, mit kaustischem Kali befeuchtete. Es erscheint dann ein gewisses Moment der Einwirkung, in welchem die Vertheilung der Lieberkühn'schen Drüsen, welche sich an der ganzen Dünndarmschleimhaut finden, sehr deutlich wahrnehmbar wird. Sie zeigen sich an der Basis und zwischen den Zotten mit rundlichen, sehr selten etwas eckigen, oft länglichrunden, seltener spindelförmigen, bald gerade, bald schief gestellten Mündungen von 0,010''' bis 0,015''' im mittlern Durchmesser, welche sehr dicht bei einander liegen und von den Fasern der Schleimhaut circulär und netzförmig umsponnen werden. Sie scheinen einfache Drüsenfollikel der Schleimhaut zu sein, sich bisweilen kugelig oder länglich flaschig zu erweitern und innerhalb einer Mittelhaut Körnchengebilde oder Epithelialcylinderchen zu enthalten. So oft sich Drüsenbalg und Oeffnung zugleich zeigten, erschien immer die Mündung, welche meist den Contouren des Fundus mehr oder minder folgte, viel kleiner, oft mehr, als halb so klein, als der Drüsensack, wie ganz etwas Aehnliches auch z. B. bei den Hautdrüsen der Frösche stattfindet.

Die Darmzotten haben genau an der Dickdarmklappe ihre bestimmte Grenze. Verfertigen wir uns einen senkrechten Durchschnitt durch die Valvula coli, so sehen wir, daß ihre ganze gegen den Dünndarm gewendete Fläche mit freien Zotten bekleidet ist. Erst an dem freien Umschlagsrande werden diese niedriger, meist pyramidal mit breiterer Basis und gehen auf dem Rande selbst ziemlich plötzlich in Gebirgszügen ähnliche Zacken oder Hügel über. Diese letzteren verschwinden aber auch bald mehr oder minder, so daß die Schleimhaut glatter, oder schwach eingeschnitten, oder mit einzelnen Colliculis versehen wird, während im Innern und in der Tiefe größere und kleinere Schleimdrüsen zu existiren scheinen, und während sich in dem zwischen den Faltenlamellen befindlichen laxen Zellgewebe Fett anhäuft. Die Schleimhaut des Blinddarmes erinnert in ihrem Baue sehr an die des Magens, gleichwie beide Theile des Verdauungsschlauches auch bekanntlich mehre Aehnlichkeiten zwischen ihren Secreten und ihren Functionen darbieten. An ihrer Oberfläche erscheinen wieder Zottenfalten mit meist pyramidalen Zottenbildungen. Auf einem senkrechten, mit dem Doppelmesser geführten Durchschnitte sehen wir Drüsen, welche in sehr vielen Punkten an

die Magendrüsen erinnern. Sie befinden sich ebenfalls senkrecht stehend in dem Bereiche der faserigen Grundsubstanz wie die Magendrüsen, sind aber weiter von einander entfernt, so daß für die faserige Grundmasse mehr Raum bleibt, erscheinen gerade, steifer und gleichmäßiger, enthalten keine so sehr in die Augen fallende Epithelialbildung als Innenformation, da ihre Zellen- und Kernbildung meist heller ist, und schwellen an ihrem meist geraden, seltener gekrümmten blinden Ende gar nicht oder nur äußerst wenig an. Ihre mittlere Länge beträgt 0,27''', ihre mittlere Breite 0,025'''. Von der Fläche betrachtet erscheint die Schleimhaut wie ein Gitterwerk mit helleren rundlichen bis länglichrunden, oft schief gestellten Maschenräumen von 0,035''' bis 0,052''' Durchmesser, welche die Mündungen der genannten Drüsen darstellen. Vermöge ihrer hellen und schwächern Füllung sind sie im frischen Zustande an vielen feinen senkrechten Durchschnitten wenig oder gar nicht sichtbar. Betupfen des Präparates mit Essigsäure oder vorzüglich mit kaustischer Kalilösung bringt sie aber auch dann in der Regel zum Vorschein. In der Umgegend des Oeffnungsrandes des Wurmfortsatzes erschienen mir auffallend viele gegen ihr blindes Ende schwach gebogen, einzelne sogar in einem sehr geringen Grade geschlängelt. Während in der Blinddarmschleimhaut nur sehr zerstreut einzelne, solitäre Drüsen vorkommen, besitzt die des Wurmfortsatzes eine solche Menge derselben, daß sie schon dem freien Auge wie dunkel punktirt erscheint. Auch sie hat außerdem ähnliche, oft kürzere und etwas breitere Drüsen, so wie das ähnliche Netzwerk von Zottenfalten mit den ganz analogen Maschenräumen. Die Zöttchen und Fältchen sind schon mit freiem Auge kenntlich und oft in der Tiefe der Schleimhaut individualisirter vorgebildet.

Die Schleimhaut des Grimmdarmes zeigt auf senkrechten Durchschnitten, vorzüglich wenn sie in gehörigem Maße und ohne Druck mit Kali behandelt worden, ein ganz ähnliches zottiges bis hügeliges Faltennetzwerk und ähnliche Schlauchdrüsen, die verhältnißmäßig ziemlich entfernt von einander, bisweilen aber je zwei einander näher stehen und deren Mündungen meist 0,015''' bis 0,030''' messen. Einzelne zerstreute solitäre Drüsen sind leichter mit freiem Auge oder durch die Loupe kenntlich, als unter dem Mikroskope, wo ich kein deutliches Bild derselben erhalten konnte, zu erforschen. An dem Uebergange in den Mastdarm erscheinen oft die schon im Grimmdarm oben glatter gewordenen Netzfalten, obgleich sie ihre netzförmige Verbindung behaupten, so, daß einzelne quere, schiefe oder longitudinale Faltenrichtungen an vielen Punkten vorherrschen, obgleich man gegen solche Anschauungen sehr mißtrauisch sein muß, weil sie sich durch Streichen künstlich hervorrufen lassen, und dieses selbst in dem Mastdarme noch der Fall ist. In der That glaube ich auch, daß oft in dem ganzen Mastdarme kein Faltensystem einen entschiedenen Vorrang über ein anderes gewinnt. Die in der mehr gefalteten Schleimhaut des mittlern bis untern Theiles des Rectum enthaltenen Schlauchdrüsen zeichnen sich durch ihre Breite, welche im Mittel 0,086''' beträgt, aus. Wie gewöhnlich, gehen um sie, wie man besonders nach Behandlung mit Essigsäure deutlich sieht, mit Kernen belegte Fasern der Schleimhaut bogig herum. Nach unten zu erscheinen sie oft in gedrängterer Stellung. Auch fragt es sich, ob nicht hier einzelne von ihnen zusammengesetzter werden. Betrachtet man ein Stückchen der mehr colliculösen, dünnen Schleimhaut dicht an der Afteröffnung von seiner Innenfläche aus unter mäßiger Vergrößerung, so sieht man einerseits nicht selten einzelne oder mehrfach bei einander stehende Blindsäcke von größten Breiten-

Durchmessern von 0,115''' bis 0,230''', anderseits eine Menge gewundener Schläuche von 0,040''' mittlerem Durchmesser, welche letztere vielleicht geschlängelte, dicht bei einander liegende und zum Theil verknäuelte Blutgefäße sind. Außerdem gewahrt man an einzelnen Stellen ganz am Ende einzelne verzweigte mit Endsäckchen von 0,015''' bis 0,042''' Dchm. versehene traubendrusenähnliche, mit Fett gefüllte Massen, welche mit den schon im Gebiete der Afteröffnung erscheinenden Talgdrüsen der äußern Haut im Wesentlichsten die größte Verwandschaft haben.

Die allgemeinen Naturverhältnisse der Leber, sowie der Mundspeicheldrüsen, des Pankreas und der Blutgefäßdrüsen wurden schon in dem zweiten Abschnitte angeführt.

4) Athmungsorgane.

In der ächten Knorpelsubstanz des Schildknorpels, welche an einzelnen Stellen eine stärkere faserige Grundlage hat, erscheinen die Knorpelkörper meist rundlich bis polygonal, liegen oft gruppenweise, haben nicht selten einen mit Körnchen bedeckten gelblichen Halo und enthalten häufig sehr starkschattige Nuclearbildungen. Wo die Grundmasse rein faserig wird, erzeugen sich für das freie Auge dunklere Flecke. Die meist etwas dunkleren und wie gekämmt erscheinenden Faserlinien gehen, gleich den Knorpelkörperchen, meistentheils quer und oft bogig und haben theils Gruppen, theils einzelne, bisweilen jedoch höchst sparsame Knorpelkörperchen zwischen sich. Vorzüglich nach außen und unten gegen die unteren Hörner hin stößt man auf härtere Knochenstellen, welche ihre in den Markkanälen enthaltenen Blutgefäße zu erkennen geben. In den beiden Hörnern des Schildknorpels begegnet man derselben Knorpelsubstanz und derselben Faserbildung der Grundmasse, wie in den Seitenplatten. An einzelnen Stellen existiren, dem Halo aufliegende dunkelere Körnchen in solchem Maße, daß sie nicht nur einen Theil der Knorpelkörper bedecken, sondern gleich langen Kometenschweifen nach hinten hinausragen. In dem Ringknorpel, welcher ähnliche Knorpelsubstanz hat, entsteht die gelblichweiße durchbrochene Masse durch Körnchen, welche den Knorpelkörperchen und deren Umgebung aufgestreut sind, während die Zwischensubstanz bisweilen faserig erscheint. Auch die Gießbeckenknorpel haben ähnliche Knorpelmasse. In den Wrisberg'schen Knorpeln und dem Kehldeckel tritt Netzknorpel, welcher an einzelnen Stellen in Faserknorpel und Fasersubstanz übergeht, auf. In den Bändern des Kehlkopfes finden wir verschiedenartige Vertheilungen von Zellgewebefasern, elastischen Fasern und Bandfasern. Ueber die Ausdehnung des Flimmerepithelium in der Luftröhre und dem Kehlkopfe wurde schon in dem Art. Flimmerbewegung gehandelt.

Die Lungen bilden ihrer Structur nach eine baumförmig verzweigte Drüse, deren Endbläschen durch die Lungenbläschen dargestellt werden. Irgend größere Anastomosen zwischen den untergeordneten Gabeltheilungen der Bronchien scheinen bei dem Menschen nicht zu existiren. Gleichsam das Skelett dieser Verzweigungen bildet die Schleimhaut mit ihrer Fasergrundlage und ihrem Flimmerepithelium, welche Elemente durch alle Verästelungen bis zu den Lungenbläschen reichen. Hinter ihnen erscheinen neben zellgewebigen auch reichliche elastische Fasern. Alle Knorpelringe der Luftröhre sowohl, als der Bronchi, als der Aeste derselben, bestehen bis zu den kleineren hierher gehörenden Bildungen aus ächter Knorpelsubstanz. Die Contractilität des Lungengewebes scheint durch muskulöse Fasern, welche bald mit den Zell-

gewebefasern an Form identisch, bald einfacher und platt sind, bewirkt zu werden. Die Drüsen, welche man in der Schleimhaut, vorzüglich der Luftröhre zerstreut findet, zeigen oft gewundene Drüsengänge. In der stärkern Drüsenschicht, die an der Hinterwand der Trachea existirt, verlaufen die einzelnen Drüsenröhren, welche im Mittel 0,015''' messen, ähnlich, wie in den Schleimdrüsen des weichen Gaumens und des Pharynx.

Zwischen den Verzweigungen der Luftröhre, deren letzten Enden die 0,020''' bis 0,080''' im Diameter messenden Lungenbläschen aufsitzen, befinden sich außer dem verbindenden Zellgewebe auch die Blutgefäße und die Nerven. An jedem Lungenbläschen erscheint ein sehr reichliches mit kleinen Maschenräumen versehenes Gefäßnetz, während Anastomosen größerer Zweigchen die Bläschen und die Aestchen im Ganzen umspinnen. Feine Durchschnitte frischer Lungen stellen sich im Wesentlichen so dar, wie es schon in dem zweiten Abschnitte von den Kaninchenlungen angegeben worden, nur daß die Fasern hier straffer und spröder erscheinen. Oft zeigen solche Durchschnitte so schwammartig durchbrochene Räume, wie man sie im Großen häufig bei Krokodil- oder bei Schildkrötenlungen sieht. Einzelne Netzbalken erreichen hierbei bisweilen selbst nur eine Breite von 0,005'''. — Die Pleura bildet eine Faserhaut, welche von einem Pflasterepithelium bekleidet wird.

5) Harnorgane.

Von den Wärzchen der Niere, wo die Mündungen schon mit freiem Auge kenntlich sind, beginnen die Ursprungsröhren der Harnkanälchen, laufen hierbei von der Oberfläche der Papille aus schwach divergirend und durch Zellgewebe, in welchem sich meist longitudinale, oft geschlängelte Blutgefäßstämme von 0,007''' Durchmesser bei natürlicher Ausdehnung befinden, ververbunden, und messen hierbei meist 0,025''' bis 0,050'''. Indem nun diese gestreckten Harnkanälchen oder Bellini'schen Röhrchen ihren mehr geradstrahligen, schwach divergirenden Lauf fortsetzen und sich hierbei häufig gabelig theilen, bilden sie zuerst die Malpighi'schen Pyramiden und überhaupt die Marksubstanz der Niere und gehen dann allmälig in die aus gewundenen Harnkanälchen bestehende Rindensubstanz über. Hier verknäueln sie sich zu einzelnen mehr oder minder geschiedenen Kegelgruppen. Da jedoch dieser Uebergang mehr allmälig geschieht, so daß einzelne Harnkanälchen schon in die Verknäuelung eingehen, während andere noch ihren frühern Verlauf gerader oder etwas gewunden fortsetzen, so entstehen hierdurch die Ferrein'schen Pyramiden, welche sich als längere, meist hellere Streifen in der Rindensubstanz auszeichnen. Bei diesem Verlaufe verbinden sich nicht selten einzelne Harnkanälchen durch Anastomosen mit einander. Am Ende der Marksubstanz beträgt ihr Durchmesser im nicht injicirten Zustande im Mittel 0,014''', kann aber bis 0,025''' steigen. In der Rindensubstanz, wo sie meist in ihrem naturgemäßen Verhältnisse gefüllter und dunkler erscheinen, zeigt sich ihr mittlerer Durchmesser zwischen 0,022''' bis 0,025''', kann sich aber auch selbst in benachbarten Stellen einer und derselben Niere auf 0,010''' vermindern und zu 0,038 erheben. Verfertigt man sich mit dem Doppelmesser einen senkrechten Schnitt, welcher in einer Continuität durch die Albuginea der Niere und den oberflächlichsten Theil der Rindensubstanz geht, so sieht man an vielen Punkten Endschlingen der Harnkanälchen, indem ein Röhrchen sich mannigfach schlängelnd herauskommt, umbiegt und bald die früheren Schlängelungen kreuzend, bald von ihnen entfernt, gebogen oder

geschlängelt hinabgeht. Bei gehörig langen Schnitten kann man beide Aeste der Endschlinge oft sehr weit verfolgen und sich so mehr vergewissern, daß diese Endumbiegungen keine bloßen Krümmungen der Röhrchen seien, obgleich bei der Unmöglichkeit, die Röhrchen von ihrem Anfange bis zu dem Ende an Einem Präparate zu verfolgen, der Beweis kein definitiver ist. An den Umbiegungen zeigt sich keine constante Durchmesserveränderung. Ob neben diesen Schlingen noch blinde, jedenfalls zu keinen bedeutenden Bläschen angeschwollene Anfänge der Harnkanälchen vorhanden sind, ist nicht sicher festgestellt, denn oft geben sich scheinbare Formationen der Art als durchschnittene Röhrchen zu erkennen oder es erscheint wenigstens ein zweifelhaftes Bild. In früheren Untersuchungen glaubte Gerber noch einen dritten möglichen Fall beobachtet zu haben, daß nämlich die Kanälchen im Innern der Malpighi'schen Körperchen beginnen. Ebenso unentschieden bleibt es, ob, wie wenigstens Prévost und Cayla bei dem Pferde und dem Schweine gesehen haben wollen, von den stärkeren Harnkanälchen der Rindensubstanz feinere einfachen oder mehrfachen Ranges entspringen, sich verwickeln und wahrscheinlich wieder zu den größeren Röhren zurückkehren. Wenigstens muß ich frei bekennen, daß mir aus der menschlichen Niere keine Anschauung, welche hierfür spräche, erinnerlich ist. Die Epithelialbildung, welche als Innenformation der Harnkanälchen auftritt, gehört zu den Pflasterepithelien. Das dunklere Aussehen in den gewundenen Harnkanälchen entsteht durch die zahlreichen Kerne (u. Zellen), welche sich in ihnen vorfinden. Weiter nach abwärts werden ihre Zellen deutlicher und (bisweilen) platter. Die an den Arterienästchen befindlichen Malpighi'schen Körper, welche außerdem nur noch in den Primordialnieren des Embryo vorkommen, erscheinen als rundliche und oft länglichrunde Körper von 0,080''' bis 0,150''' schiefem Durchmesser und zeigen nach glücklicher Injection eine bedeutende Menge verwickelter Blutgefäßstämmchen, die einerseits aus einem arteriellen Stämmchen entspringen, und anderseits in eine oder mehre austretende Blutaderstämmchen übergehen. Uninjicirt zeigen sie sich als körnige Kapseln, welche oft eine deutliche selbstständige (feinfaserige) Hülle darbieten. Durch sehr verdünntes kaustisches Kali läßt sich oft auch ohne künstliche Einspritzung ein Theil der Gefäßschlängelungen von 0,005''' mittlerm Durchmesser bloßlegen. Allein die körnige Masse bleibt zum Theil, und es fragt sich überhaupt sehr, ob nicht noch im Innern der Gefäßknäuel, wie zum Theil Cayla bei Thieren beobachtet haben will, eine andere organisirte Masse enthalten ist.

Nierenkelche, Nierenbecken und Harnleiter werden von einem mehr oder minder ausgebildeten Pflasterepithelium, unter dessen Zellen auch oft Cylinderchen von 0,008''' Länge (Nierenbecken) wahrzunehmen sind, bekleidet. Im Harnleiter erscheint oft das Epithelium pflasterartiger und mehrschichtig. Schon im Nierenbecken finden wir, neben den Zellgewebefasern, blasse, mehr oder minder platte, muskulöse Fasern von 0,0025''' mittlerm Durchmesser. Deutlicher und stärker erscheint diese Mittelhaut in dem Harnleiter, wo sie eine mittlere circuläre Lage neben äußeren und inneren Längenfasern bildet.

Die Harnblase bietet unter ihrem Pflasterepithelium die faserige Schleimhaut mit einzelnen, vorzüglich nach unten hin existirenden Drüschen dar. Die Muskelfasern ihrer Mittelhaut sind einfache und setzen sich auch vorzüglich als Kreisfasern auf der Harnröhre bis zu deren Ausmündung fort, während anderseits einzelne musculöse Fasern in das Ligamentum pubovesicale übergehen. Der Constrictor isthmi urethrae hat quergestreifte Muskelfasern.

6) Geschlechtstheile.

a. Männliche.

Innerhalb der lockeren Zellgewebebündel der gemeinschaftlichen Scheidenhaut des **Hodens** und des Samenstranges verbreiten sich die sich netzförmig vereinigenden Bündel von quergestreiften Muskelfasern des Hodenmuskels, welche gegen den untern Theil des Hodens hin der Außenfläche der aus dicht verwebten Zellstofffasern bestehenden eigenen Scheidenhaut des Hodens dicht anliegen. Die sogenannte seröse Haut des Testikels erscheint nur als ein lockerer mit Blutgefäßen (und Nerven) versehener Zellstoff. Auch die Hauptmasse der weißen Haut besteht aus zellstoffigen bis sehnigen feinen Faden, welche meist mit ihren zum Theil plexusartigen Bündeln der Oberfläche des Hodens nach verlaufen. Allein oft stößt man auch auf einzelne stärkere, platte und zum Theil mit Kernen belegte Fasern, deren Bedeutung vorläufig dahin gestellt bleibt. Befreit man ihre innere Fläche von den noch anliegenden Samenkanälchen und schabt sie mit einem Messer ab, so findet man in dem Abgeschabten kernhaltige dünne Plättchen eines Pflasterepithelium. Bei anderen Leichen gelingt es, große Fragmente eines Pflasterepithelium mit schönen kernhaltigen Zellen von 0,005''' loszustreifen. Aehnliche platte Fasern, wie eben angegeben worden, sieht man auch in der festen fibrösen Masse an dem Uebergang des Samenausführungsganges in den Schwanz des Nebenhodens. — Das Verhalten der Drüsengänge des Hodens oder der sogenannten Samenkanälchen ist folgendes. Wenn der Samenleiter zum Hoden hinabsteigt, beginnt er sich schwach und in weiten Distanzen zu biegen, macht kurz vor seinem untern Ende starke, kurze, dicht bei einander liegende, wellige, abwechselnde Windungen und bildet unten an seinem Uebergange in den Nebenhoden, indem er dünner wird, sich aber reichlicher und länger windet, eine mehr oder minder längliche Anschwellung, in welcher seine Verwickelungen häufiger werden und sich unmittelbar in die des Schwanzes des Nebenhodens fortsetzen. Reinigt man den letztern von seiner röthlichen faserigen Hülle, so sieht man die zierlichen Samenkanalwindungen, welche durch Zellstoff mit einander verbunden werden, in ihren Aggregationen durch bogig quere Furchen an der Oberfläche mehr oder minder läppchenartig abgetheilt werden. Im Schwanze und der Mitte des Nebenhodens beträgt die Breite des Windungsrohres ungefähr im Mittel $\frac{1}{3}$ Linie, im Kopfe desselben 0,27 Linie im uninjicirten Zustande. Es soll nur ein einziges von dem Kopfe nach dem Schwanze hin etwas breiter werdendes Samengefäß von 20 — 30 Fuß Länge (**Krause**) sein, das sich so durch den Nebenhoden in sehr zahlreichen kurzen, abwechselnd bogigen Windungen hindurchschlängelt. An frischen Nebenhoden hat man oft Gelegenheit, die mit Blut noch gefüllten Capillaren, welche diese Samengefäßschlängelungen äußerlich umgeben, zu beobachten. Größere Stämmchen von 0,011''' bis 0,026''' Durchmesser laufen oft bogig längs der einen meist converen Seite der Windungen hin und ergießen über diese Lage sich verbreitende feinere Aeste und mit großen Maschenräumen versehene Capillaren, von denen die feinsten nur 0,0025''', die gröberen 0,005''' bis 0,009''' messen. Löſ't man nun den Kopf des Nebenhodens von dem Hoden möglichst los, so stößt man auf die sogenannten gefäßreichen Kegel, d. h. gegen den Kopf des Nebenhodens, breitere Gebilde von 4 — 6''' Länge, welche die Schlängelungen der Fortsetzungen der ausführenden Samengefäße enthalten. Die

letzteren messen im Anfange dieser ihrer laxeren Windungen 0,115''', an ihrem Uebergange in den Kopf des Nebenhodens dagegen im Mittel 0,2'''. In der Regel verläuft ein ausführendes Samengefäß in einem Kegel und mündet dann gesondert in das Schlängelungsgefäß des Nebenhodens. Doch glaube ich auch ein Mal oben gegen den Kopf der Epididymis eine gabelige Vereinigung zweier dünnerer Röhren zu einem stärkern gesehen zu haben. Die ihrer Zahl nach 9 — 17 betragenden ausführenden Samengefäße durchbohren die weiße Haut des Hodens an dem obern und innern Theil des Highmore'schen Körpers, bilden das Haller'sche Netzwerk, und strahlen mit den aus diesem hervortretenden leicht geschlängelten Stämmchen, den sogenannten geraden oder gestreckten Samenkanälchen in die einzelnen Lappenabtheilungen des Hodens aus, um sich in jeder derselben unter den mannigfachen, bei der Entwickelung zum Vorschein kommenden Anastomosenbildungen und verhältnißmäßig sparsamen Theilungen, aus denen nicht bloß zwei, sondern selbst vier und vielleicht mehr Aeste hervorgehen können, zu verknäueln und hierbei sehr zahlreiche, bei der Entwirrung am uninjicirten Hoden schon mit freiem Auge kenntliche Bogenschlingen zu bilden und angeblich mit diesen oder freien blinden-Enden zu schließen. Ohne Zweifel künstliche Bildungen sind es, wenn an einem Samenkanälchen eine bruchsackartige Ausbuchtung erscheint. Der mittlere Durchmesser der mit Samen mäßig gefüllten, gestreckten Samenkanälchen beträgt 0,150'''; der der aus ihnen hervorgehenden Zweige 0,060''' bis 0,080''' bis 0,100'''. Die Blutgefäßverbreitung an den Windungen der Samenröhrchen erfolgt nach einem analogen Typus, wie dieses für den Nebenhoden angegeben worden. Die mit Blut gefüllten Capillarstämmchen messen 0,004''' bis 0,008'''. — Die Oberfläche der relativ sehr dünnen Innenhaut des Samenleiters wird von kleinen Cylindern des Epithelium bekleidet. Die Verhältnisse der so sehr starken Muskelhaut gestalten sich auf folgende eigenthümliche Weise. Zerrupft man ein Fragment derselben, so erscheinen neben gewöhnlichen Zellgewebefasern platte, helle, weiche und oft wie aus geronnener Gallerte gebildete Fasern von 0,004''' bis 0,007''' Durchmesser, die ganz hell oder schwach oder stärker gestreift oder mit aufliegenden Kernen versehen sind. An den Maschenräumen des Faserwerkes und zum Theil an demselben erscheint eine hellere, geronnener Gallerte ähnliche Substanz, welche oft unregelmäßige oder rundliche bis länglichrunde Klumpen oder aus solchen bestehende Massen bildet. Auf einzelnen Schnitten zeigen sie sich, abgesehen von den aufliegenden Kernen, wie Zellen mit rundlichen granulirten Kernen. Noch anschaulicher werden diese anfangs gänzlich verwirrenden Bilder auf feinen longitudinalen und transversalen senkrechten Schnitten, welche man mit dem Doppelmesser verfertigt. Auf den ersteren sieht man zwischen den zum Vorschein kommenden Plexus der muskulösen Fasern mit ihren aufliegenden Kerngebilden in den Maschenräumen meist dicht gedrängte, mehr oder minder rundliche, bisweilen von einer doppelten Begrenzungslinie umgebene, bisweilen Kerne enthaltende, oft freien oder mehrfach in einer größern Zelle eingeschlossenen Zellen ähnliche, in Farbe und Glanz gewissermaßen an Stärkemehlkörner erinnernde Körper, so daß man im Ganzen entfernt an dichte Knorpelsubstanz der äußern Aehnlichkeit nach ermahnt werden kann. Dieses Ansehen dauert, bis nach außen hin Längenfasern das Uebergewicht gewinnen. Auch auf Querschnitten zeigt sich zwischen den Plexus der circulären Fasern, welche ganz nach außen dunkler werden und die größte Dicke der Muskelschicht einnehmen, etwas Aehnliches. Ohne mir schon jetzt über diese

Gebilde ein bestimmtes Urtheil erlauben zu wollen, scheinen sie mir doch nur die Durchschnitte von muskulösen Fasern oder Faserbündeln, welche die Maschen der Plexus in anderen Richtungen durchsetzen, zu sein, obgleich die bald einfachen, bald mehrfachen Kerne oder ihnen ähnliche einen großen Theil des Centrum bisweilen anfüllende, auch der kalten Essigsäure widerstehende Massen dieser Deutung mehr Schwierigkeiten in den Weg legen, als die oft doppelten, selbst von äußeren schwachen concentrischen Streifen umgebenen Contourlinien, welche auf eine äußere Scheidenbildung zu beziehen wären. Diesen eigenthümlichen grauen, gallertähnlichen Substanzen verdankt auch der Samenleiter seine eigenthümliche, dem freien Auge sich darbietende ähnliche Färbung. In seiner äußern zellgewebigen Hülle schlängeln sich reichliche Gefäßstämmchen, die mit Blut gefüllt, 0,020''' bis 0,055''' messen, und Capillaren von 0,005''' bis 0,011''' mit sehr weiten Maschen bilden. Die Verdünnung des Samenleiters, da wo er sich vor seinem Uebergange in den Nebenhoden mehr zu winden beginnt, geschieht vorzugsweise auf Kosten seiner faserigen Mittelsubstanz, die übrigens hier noch ihre frühere Beschaffenheit beibehält. Denn während bei einem kräftigen 51jährigen Manne z. B. das Lumen des Vas deferens ungefähr 1½'' von dem obern Ende des Hodens 0,125''' im größten Durchmesser zeigt, die Innenhaut eine ungefähre Dicke von 0,040''' und die Mittelhaut eine solche von 0,360''' hatte, fand sich in den Windungen ungefähr ¼'' vor dem Eintritte in den Nebenhoden für das Lumen 0,102''' und für die Dicke der Mittelhaut 0,185'''. Noch dünner wird diese muskulöse Mittelschicht in den Windungskanälen des Nebenhodens. Allein auch selbst in den Samenkanälchen des Testikels ist sie deutlich nachweisbar. Breitet man nicht zu sehr gefüllte Samenkanälchen flächenartig aus und bedeckt sie mit einem dünnen Glasplättchen, so erkennt man nach innen und in der Tiefe das Pflasterepithelium, das die Innenformation der Samenkanälchen bildet und Zellen von 0,0055''' mittlern Durchmessers enthält. Nach außen folgt die deutlich faserige Mittelhaut von ungefähr 0,005''' mittlerer Dicke mit aufliegenden länglichen Zellenkernen. Ganz nach außen streifen sich oft Bruchstücke einer ganz hellen durchsichtigen mit saturirten länglichen Zellenkernen versehenen Membran oder ähnliche Faserfragmente los. Entleert man vorsichtig und ohne großen Druck (am besten mittelst einer Staarnadel) ein Samenkanälchen seines Inhaltes, so kann man die Fasern der Mittelschicht auch auf der Fläche erkennen. Ja, es schien mir sogar in einigen, freilich sehr seltenen Fällen, als wenn nach innen von diesen Fasern noch andere feinere existirten. Daß durch starken Druck z. B. der Glasplatten des Compressoriums diese wie andere Fasern unkenntlich werden, bedarf kaum der Erwähnung. Durch Behandlung mit Essigsäure werden ihre rundlichen, öfter länglichrunden oder spindelförmigen Kerne von 0,0035''' bis 0,005''' Durchmesser deutlicher. Ob zwischen Faserhaut und Epithelium noch eine dünne wasserhelle Membran liege, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben. — Bei gesunden kräftigen Menschen sind die Samenkanäle vor ihrem Anfange in dem Testikel bis zu dem Samenleiter, diesen selbst mit eingeschlossen, mit Samenmasse, welche nach den Localitäten verschiedene Entwickelungsstufen zu zeigen pflegt, gefüllt. Natürlicher Weise richten sich die letzteren nach den zuletzt im Leben stattgefundenen Verhältnissen. Im Allgemeinen schreiten die Entwickelungsstadien von den Hodenkanälchen nach dem Samenleiter ziemlich regelmäßig fort. Das normale Verhalten scheint folgendes zu sein. Schon in den von der Oberfläche der Hodenläppchen entnommenen Samenkanalbogen erscheinen schon im unverletzten Zustande zahlreiche dunkele Flecke, von denen sich einzelne als dunkele gekörnte Kugeln zu erkennen geben, andere aber in ihren

Bestandtheilen undeutlicher darstellen, während außerdem viele kleine runde Kügelchen (von 0,0015''' und noch kleiner) theils einzeln, theils haufenweise gruppirt, an vielen Stellen zerstreuet existiren. Drückt man den Inhalt der gewundenen Samenkanälchen heraus, so stößt man auf eine Menge verschiedenartiger Elementartheile. 1) Das Dunkele der Körner und Flecke wird durch kleine dunkelrandige, mit hellem Innern versehene Körnchen, von denen die größten bis 0,002''' messen, während die kleinsten bis zur Molecularkleinheit herabsinken, erzeugt. Sie scheinen stets nur äußerlich den anderen Gebilden anzuliegen. 2) Helle, wie ölige Kugeln von 0,0025''' bis 0,0100''' Durchmesser, die entweder gar keine oder undeutlich körnige Bestandtheile zeigen. 3) Helle, den vorigen an Durchsichtigkeit ähnliche, mit losgerissenen Epithelialzellen nicht zu verwechselnde Mutterzellen (Cysten) von 0,006''' mittlerm Durchmesser, welche außer ihrer Begrenzung und ihrem hellen Inhalte sehr verschiedene Innenkörper darbieten. Diese sind oft einfach mehr oder minder rundlich, körnig, mit oft auffallenden einfachen oder mehrfachen Kernkörperchen versehen, liegen selten centrisch, oft excentrisch und haben im Mittel einen Durchmesser von 0,003''', der aber auch selbst bis zu 0,0055''' steigen kann. Bisweilen erscheinen sie länglichrund bis eiförmig, wie nach der einen Seite hin ausgezogen; bisweilen wie zerdrückt oder undeutlich in zwei oder mehre Abtheilungen getrennt. Andere Mutterzellen haben zwei vollkommen individualisirte, zum Theil einander deckende und weit mehr von dem innern Zellenraume ausfüllende kugelige Innenkörper und sind dabei noch rund oder auch bisweilen länglichrund. Bisweilen sind mehre solcher Innenkörper (bis 4 — 8) vorhanden, so daß die Mutterzelle fast gänzlich von ihnen ausgefüllt wird. Man trifft auch freie, bisweilen mit einer Membran umgebene, theils, wie es scheint, den Epithelien, theils den Samenzellen angehörende Kugeln an. 4) Die rundlichen bis länglichrunden, mit Kernen versehenen und oft mit scharfen Körnchen belegten Epithelialzellen der Samenkanälchen. Samenfaden selbst kommen in den Hodenkanälchen gewiß nur selten vor. Heterogene Gemengtheile sind Blutkörperchen, die genannten Epithelialzellen und deren Fragmente, die aufsitzenden erwähnten Körnchen, und aus der alle Elemente des Samens umspülenden Samenflüssigkeit niedergeschlagene, wahrscheinlich fibrinartige Körper, welche sich als körnige unregelmäßige Massen, granulirte irreguläre Fasern und Schollen u. dgl. darstellen und es vorzugsweise zu bewirken scheinen, daß trotz der Befeuchtung mit Wasser oft größere Fragmente zusammenhängend bleiben. Im Gegensatze zu diesen unvollständigen Bildungen stoßen wir in der Regel im Samenleiter und selbst in dem Nebenhoden auf sehr reichliche Samenfaden, deren längliche, nach hinten etwas breitere und abgerundete, vorn spitzere Köpfchen durch ihre dunkelen Randbegrenzungen auffallen, deren dünne Schwänze meist, vorzüglich vorn gestreckt liegen, sich bisweilen krümmen und ösen, selten getheilt oder mit einem Anhangskörperchen versehen sind. Bei Befeuchtung mit Wasser sah ich an ihnen noch 84 Stunden nach dem Tode bei dem oben erwähnten 51jährigen Manne schwache Bewegungen. Die zwischen diesen beiden Extremen liegenden Mittelformen, welche zunächst über die Entwickelungsweise der menschlichen Samenfaden Aufschluß geben könnten, sind im Ganzen schwer zu beobachten und noch am meisten in dem Nebenhoden, vorzüglich dem Kopfe desselben und den Samengefäßkegeln anzutreffen. In der Samenflüssigkeit des Nebenhodens findet man oft neben sehr zahlreichen Samenfaden dunkele, rundliche bis länglichrunde Körper, welche in ihrem größten Durchmesser von 0,007''' bis 0,023''' schwanken und an welchen neben einer oft deutlichen concentrischen Streifung den Körpern der Samenfäden ähnliche Gebilde, welche gleich ihnen der Essig-

säure widerstehen, bald in concentrischer Ordnung, bald in unbestimmter Lagerung hervortreten. Im Innern zeigen sich eine deutlich oder undeutlich körnige blassere oder dunklere Masse, oder neben dieser eine oder mehre Kugeln. Oft haben sie auch eine gelbliche Farbe, und ertheilen, wenn sie häufig sind, diese Färbung der ganzen Samenflüssigkeit auf eine schon dem freien Auge kenntliche Weise. Außerdem sieht man häufig blasse runde bis länglichrunde an die Innenkörper der Mutterzellen erinnernde Gebilde von 0,003''' mittlerm Durchmesser. Sie sind aber jetzt heller, haben schärfere runde Contouren und zeigen selten eine kleine stielartige Ausbuchtung. An manchen von ihnen erkennt man ein durch seinen Glanz sich auszeichnendes, meist längliches Körperchen, welches dadurch an die Köpfchen der freien Samenfaden erinnert, während sich am Rande einzelne Bogenstreifen darbieten. Nach Kölliker sollen sie in der That einen eingerollten Samenfaden enthalten. Ueber die Deutung dieser Entwickelungsphänomene s. d. Art. Samen.

Die äußere Haut des Hodensackes giebt zu keinen besonderen Bemerkungen rücksichtlich ihrer Gewebetheile Veranlassung. In der unter ihr befindlichen Tunica dartos, welche von sehr laxen, großen, unregelmäßige Maschen einschließenden Capillaren von 0,0025''' bis 0,006''' durchzogen wird, erkennt man nur Fasern und Faden, von denen die letzteren durch ihre cylindrische Form, ihre Größe, ihre wellenförmigen Biegungen mit den gewöhnlichen Zellgewebefasern übereinstimmen. Breitet man sich aber ein Stück der Haut des Hodensackes z. B. in der Nähe der Raphe mit seiner Innenfläche nach oben gewandt aus, entnimmt an der innern Grenze der Cutis oder etwas von ihr entfernter Flächenschnitte und zieht sie mit Nadeln aus einander, so sieht man unter den äußerst zahlreichen Zellgewebebündeln und oft von ihnen verhüllt breite, in ihrem Durchmesser von 0,013''' bis 0,036''' schwankende, in ihrer Färbung den einfachen Muskelfasern der mittlern Darmhaut ganz ähnliche Fasern von 0,002''', welche reichliche longitudinale, schon ohne weitere Vorbereitung ziemlich auffallende Kernbildungen auf sich haben. Behandelt man ein solches Präparat mit Essigsäure, so geben sich diese Fasern sogleich durch ihre langen und sehr schmalen aufliegenden und dann deutlicher werdenden Kerne zu erkennen. Es ist sehr die Frage, ob nicht diese Fasern, welche in dem so reichlichen Zellgewebe eben so leicht übersehen worden sind, als man sie, wenn man einmal sie kennen gelernt hat, herausfindet, muskulöser Natur sind, so daß das Runzeln der Haut des Hodensackes durch sie bewirkt würde. Es versteht sich von selbst, daß eine Verwechselung dieser muskulösen Fasern mit Blutgefäßen bei einiger Uebung durchaus unmöglich ist.

Die freie Oberfläche der Innenhaut der Samenbläschenwindungen wird von einem Pflasterepithelium bekleidet. Unter ihren wabenartigen Vertiefungen scheinen keine besonderen Drüsen zu liegen. Die an und unter ihr verlaufenden Capillarstämmchen messen mit Blut gefüllt in der Regel 0,003''' bis 0,005'''. Ihre dicke muskulöse Mittelhaut stimmt ganz mit der des Samenleiters, vorzüglich des untersten Theiles desselben überein. An den Fasern erscheinen wiederum auf feinen Durchschnitten sehr zahlreiche rundliche bis länglichrunde Gebilde von 0,0035''' bis 0,005''' Durchmesser. Die im Mittel 0,085''' dicken, sich bisweilen schlängelnden Hauptstämmchen der Blutgefäße der äußern zellgewebigen Haut lösen sich in weite Capillaren von 0,003''' bis 0,008''' auf. In den längere Zeit nach dem Tode untersuchten Samenblasen findet man oft eine große Menge einer gallertigen Masse, welche, da die Vesiculae seminales bei noch warmen Leichen Hingerichteter eine flüssigere Substanz enthalten, durch Gerinnung bei dem Erkalten der Leiche entstanden ist.

Sie erscheint im erstern Falle unter dem Mikroskope in Form von unregelmäßigen gelatinösen Brocken. Im übrigen enthalten die Samenbläschen bald wahren durch den Samenausführungsgang herabgeführten Samen, bald nicht. Oft sieht man auch in ihrer Gallerte reichliche gelbe bis gelbliche Körnchen theils frei, theils in Zellen, die bisweilen sogar noch von einer zweiten Zelle umgeben werden zu können scheinen, isolirter oder haufenweise eingeschlossen. Daß außerdem noch losgelös'te Epithelialelemente verschiedener Art hier zu finden seien, bedarf kaum der Erwähnung. Auch der Ductus ejaculatorius besitzt in seiner Mittelschicht ähnliche einfache muskulöse Fasern und trägt an der Oberfläche seiner Innenhaut pflasterartige Zellen, die bisweilen auch von kleinen Cylindern herrühren dürften.

Die Prostata ist eine in reichlichem Fasergewebe eingebettete aggregirte Drüse, deren mehrfache, bisweilen sich vereinigende Ausführungsgänge isolirt in den benachbarten Theil der Harnröhre einmünden. Ihre im Zustande ihrer natürlichen Füllung mit ihrem weißgelblichen Absonderungsproducte zum Theil schon mit freiem Auge kenntlichen Drüsengänge streichen von der Schleimhaut der Harnröhre nach der Oberfläche der Drüse hin, durchsetzen diese mit ihren Theilungen, bisweilen leise sich biegend, in den mannigfachsten Höhen, so daß bei senkrecht von außen nach innen geführten Durchschnitten seltener ein längeres Stück eines Drüsenganges, als quere und schiefe Bruchstücke derselben zum Vorschein kommen, werden hierbei durch das bei auffallendem Lichte mattgrau bis grauröthlich erscheinende, zwischen ihnen befindliche Fasergewebe von einander geschieden und messen mit ihren Endköpfchen 0,040''' bis 0,110''', im Mittel 0,085''' bis 0,090'''. Verfertigen wir uns mittelst des Doppelmessers einen feinen senkrechten Durchschnitt durch die Substanz der Drüse, so erscheinen die zahlreichen zum Theil schon mit freiem Auge kenntlichen Lumina in den Fasern der Grundmasse wie eingebettet. Die Fasern von dieser, welche hier blaß, mit vielen Kernbildungen bedeckt und vielleicht auch muskulös sind, gehen zunächst um die Oeffnung kreisförmig herum. Nach innen von ihnen bemerkt man dann die aus Körnern von 0,002''' bis 0,005''' Durchmesser bestehende Innenformation. An einzelnen blinden Enden erschien mir bisweilen eine durchsichtige Membran nach außen von dieser Innenbildung. In dem gelblichen Absonderungsproducte der Vorsteherdrüse erkennt man viele, wahrscheinlich von der Innenformation herrührende Zellen von 0,005''' Durchmesser, so wie unregelmäßige kleinere Körper, und sehr kleine, gelbliche mit dunkelen Rändern versehene, zum Theil an und in den Zellen kenntliche Molecule, die sämmtlich innerhalb einer durchsichtigen Grundflüssigkeit enthalten sind. Auf feinen senkrechten Durchschnitten einer Cowper'schen Drüse sieht man sehr gut in den einzelnen, durch eine Fasermasse gesonderten Läppchen den Krümmungsverlauf und die Verknäuelungen der meist 0,021''' bis 0,028''' im Durchmesser haltenden kleineren Drüsengänge. Die kurztraubig aufsitzenden Endköpfchen messen 0,016''' bis 0,029'''. In dem Secrete dieser Drüsen erscheinen viele rundliche Körper von 0,0035''', und sehr viele fast molecularkleine Körnchen.

Von der äußern Haut des männlichen Gliedes bleiben nach dem, was schon oben über die äußere Haut überhaupt angemerkt worden, nur die noch sehr dunkelen Verhältnisse der Praeputialdrüsen zu erörtern übrig. Betrachten wir ein Stück der äußern, die Oberfläche der Eichel z. B. in ihrer Mitte überziehenden weichen Haut, so finden wir sie areolirt. Jeder der dieses Aussehen erzeugenden hellen Ringe, meist von 0,023''' bis 0,040''' Durchmesser, zeigt oft einen scheinbaren innern Oeffnungsring von 0,010''' mittlern Durchmessers. An anderen Stellen dagegen sieht man innerhalb dieser hellen Areolarringe ein-

fache oder mehrfache abgeschnittene Blutgefäßschlingen, so daß man schon hier mehr auf ihre wahre Natur hingeführt wird. An manchen Stellen zeigt sich das Ganze nur überhaupt mehr oder minder netzförmig gegittert. Verfertigt man sich nun mit dem Doppelmesser feine senkrechte Schnitte, so sieht man dicht bei einander stehende pyramidale, mit ihren Spitzen nach oben gerichtete, den Tastwärzchen analoge Gebilde, welche meist an ihrer Basis eine ungefähre Breite von 0,02''' bis 0,06''' haben, von denen aber einzelne zwischenliegende, viel breiter oder wie aus mehren zusammengesetzt erscheinen, die alle so dicht von den Epidermidalzellen eingehüllt und bekleidet werden, daß die Oberfläche der Epidermis glatter und nur mit langgedehnten Colliculis besetzt erscheint. Nach Behandlung mit Essigsäure erhält man ganz das ähnliche Bild, wie wenn man feine Schnitte anderer mit Tastwärzchen besetzter Hautstücke der Thätigkeit dieses Reagens aussetzt. Auch die Innenfläche der Vorhaut zeigt ganz ähnliche Verhältnisse ihrer zarteren Hautwärzchen. Die weißen Flecke, vorzüglich am Halse der Eichel, welche man unter dem Namen der Tyson'schen Drüsen aufführt, erscheinen, von oben betrachtet, wie berg= oder hügelartige Theile, welche scharfe obere und seitliche Ränder haben, an ihrer Basis dagegen von der übrigen Hautsubstanz weniger abgegrenzt sind, von der Innenfläche dagegen gesehen, bald als einfach rundliche, bald als scheinbar schwach getheilte bis scheinbar gefingerte Gebilde. Führt man durch mehre derselben einen feinen senkrechten Schnitt, so sieht man, daß sie, indem sie Hügel an der äußern Oberfläche erzeugen, hier von der Epidermis bekleidet werden, und daß diese sich oft scheidewandartig zwischen je zwei benachbarten Kugel= oder Blasengebilden der Art hinabsenkt. Ihr Inneres erscheint heller und läßt bisweilen an einzelnen Stellen Durchschnittslumina erkennen. Bisweilen scheinen auch mehre Abtheilungen in einem solchen Gebilde zu existiren. Daß diese Theile keine gewöhnlichen Talgdrüsen seien, läßt sich, wie ich glaube, mit Bestimmtheit behaupten. Ihr feinerer Bau aber muß noch das Object künftiger aufhellender Untersuchungen werden. — An der Haut der Außenfläche des Gliedes erscheinen schon mit freiem Auge kenntliche zerstreuete, verästelte, traubige Talgdrüsen, welche durch Behandlung der mit ihrem subcutanen Zellgewebe losgelös'ten Haut mit kaustischem Kali um vieles deutlicher hervortreten. — Die lockere Fascia penis besteht aus Zellgewebebündeln, in welchen sich wiederum sehr laxe Capillaren von 0,0035''' bis 0,008''' verbreiten. — Die sehnige starke Hülle, welche die cavernösen Körper des Gliedes, nicht aber die Harnröhre unmittelbar einschließt, hat sich leicht schlängelnde sehnige Faden, deren Bündel in massa einen röthlich gelben Schein annehmen und oft mehr oder minder irisiren. — Um sich eine Uebersicht der wesentlichsten Gewebetheile der die venösen Maschenräume der cavernösen Körper begrenzenden Netzbalken zu verschaffen, dienen am besten mit dem Doppelmesser oder der Scheere bereitete feine Schnitte frischer nicht injicirter männlicher Glieder. Man erkennt hier zunächst das Fasergewebe, welches die im Innern der Bälkchen verlaufenden Schlagadern (und Nerven) verhüllt, unterscheidet auf geeigneten frischen Präparaten außer den zellgewebigen und sehnigen Fasern auch einfache, blasse, platte, meist mehr nach innen liegende Muskelfasern, und erkennt an einzelnen Stellen, z. B. an vielen Punkten der hinteren, noch nicht mit einander vereinigten Theile der cavernösen Körper des Gliedes einzelne Fettablagerungen. Nach dem Auswaschen des Präparates von allem in den Maschenräumen enthaltenen Venenblute sieht man besonders an den Rändern der Bälkchen die durchsichtige Innenhaut der venösen Maschenräume, welche so die Bälkchen begrenzt. An ihr zeigen sich bisweilen einzelne rundliche bis längliche, aufliegende, Epitheliumzellen ähn=

liche Gebilde, über deren Bedeutung ich mir jedoch noch kein Urtheil erlaube, und die man auch nicht selten in dem aus den Maschenräumen herausgepreßten Blute vereinzelt wiederfindet. Die in dem Innern der Netzbälkchen verlaufenden Schlagadern, welche in den langen und dünnen Balkenfaden vorzüglich geschlängelt bis korkzieherartig gedreht sind, bringt man an uninjicirten Präparaten am besten durch mäßige Behandlung mit kaustischem Kali zum Vorschein. Sie geben sich hierbei sehr oft durch ihre etwas dunkelen Ränder scharf zu erkennen, und zeigen deutlich ihre Theilungen, die bisweilen schon im frischen Zustande sichtbar werden. Auch ist diese Methode geeignet, um selbst an uninjicirten Präparaten, die rein künstliche Natur der Arteriae helicinae vor Augen zu führen. Haben wir nämlich aus einer Stelle, welche mit längeren von einem Punkte ausgehenden Bälkchen versehen ist, ein Präparat, welches die scheinbar blinden rankenartigen Schlagadern deutlich zeigt, so erkennt man zwar schon bei stärkeren Vergrößerungen ohne alle Vorbereitung den korkzieherartigen Verlauf, und selbst die abgerissenen und nicht selten umgeschlagenen Enden der Arterien in den näher oder entfernter ihrem Ursprunge abgeschnittenen oder durchrissenen Bälkchen; befeuchtet man aber das Ganze auf vorsichtige Weise mit einer verdünnten Lösung von kaustischem Kali, so werden oft an Stellen, die sonst blinden Enden täuschend ähnlich sehen, Lumina der durchschnittenen Schlagadern deutlich wahrgenommen. Vorzüglich gilt dieses für die Fälle, wo das mehr quer bis weniger schief getroffene Durchschnittsende sich nur schwach gebogen hat, daher das Lumen entweder nach oben oder nach unten an der Arterie liegt, so undeutlicher gemacht wird und ein scheinbar wahres blindes Ende herauskommt. Kaustisches Ammoniak wirkt in solchen Fällen weniger intensiv und daher oft besser. Um hier zu einer bestimmten Ueberzeugung zu gelangen, muß man nur durch Uebung es gelernt haben, die Durchschnittslumina unter den stärkeren Mikroskopvergrößerungen zu erkennen, und darf es nicht vernachlässigen, ein scheinbares blindes Ende von oben und von unten, überhaupt von möglichst vielen Seiten zu betrachten und zu diesem Zwecke bisweilen unter dem Mikroskope etwas zu rollen. Daß durch das Zurückziehen der Bälkchen und vorzüglich der in ihnen enthaltenen Schlagadern, wenn diese einige Länge haben, eine schraubige Einrollung derselben besonders hervorgerufen werde, bedarf kaum der Erwähnung.

b. Weibliche Geschlechtstheile.

Verfertigt man sich einen dünnen Schnitt durch das Grundgewebe des **Eierstockes**, so sieht man außer den reichlichen, sich oft schlängelnden und häufig Schlingen bildenden Blutgefäßstämmen eine faserige Grundmasse, in welcher (vorzüglich in der sogenannten Albuginea ovarii und deren Nähe) neben einzelnen zellgewebigen Fäden zahlreiche, etwas breitere Fasern mit sehr vielen Kernen auffallen. Diese erscheinen nach Einwirkung von Essigsäure zum Theil rundlich, länglich und in mannigfachen langen und schmalen Gestalten, die als Uebergänge in Kernfasern gedeutet werden. In dem lockern unterliegenden, blutgefäßreichen Gewebe scheint mehr gewöhnliches Zellgewebe vorzuherrschen, obgleich man hier auch noch viele verhältnißmäßig große Kernbildungen antrifft und ich hier bestimmt solche länglichrunde Nuclei in platten, sehr blassen Fasern eingeschlossen sah. Die in dem Ovarium eingebetteten Follikel bestehen aus der Follikelhaut, der Körnermembran, dem Follikularinhalte, der Zona pellucida, der Dotterhaut, dem Dotter, dem Keimbläschen und dem Keimflecke (s. das Nähere in d. Art. Ei und Entwickelungsgeschichte). Mit

Follikeln nicht zu verwechseln sind häufig an der Oberfläche der Ovarien und in deren Nähe vorkommende helle Bläschen, welche eine fibröse Hülle und einen körnigen, dem Contentum Folliculi nicht unähnlichen Inhalt, dagegen keine Spur anderer Theile besitzen und von denen es sich für jetzt nicht entscheiden läßt, ob sie den Remak'schen Wimperblasen (s. d. Art. Flimmerbewegung) entsprechen oder nicht. In deutlich hervortretenden, noch mit tiefer Narbenbildung versehenen gelben Körpern beobachtet man eine helle gefaserte Masse mit vielen aufliegenden Kernen, welche bei dem hellen, oft minder deutlich faserigen Zustande der Grundsubstanz dem Ganzen ein körniges Ansehen verleihen.

Die dem breiten Mutterbande angehörende äußere Haut der fallopischen Röhren stimmt in ihrem faserigen Gewebe mit dem übrigen Bauchfelle überein. Unter ihr folgt laxeres verbindendes Zellgewebe und dann die Mittelhaut mit ihren muskulösen Fasern. Diese sind im Mittel 0,0035''' breit, liegen bündelweise an einander, stimmen sehr mit den einfachen Muskelfasern der Mittelhaut des Darmes überein und werden, wie man auf senkrechten Durchschnitten besonders sieht, in ihren Maschenräumen von lockerm Bindegewebe durchsetzt. Die Schleimhaut besitzt ein Flimmerepithelium. Legt man ein losgeschnittenes Längsfältchen mit umgelegtem Rande unter das Mikroskop, so sieht man oft, vorzüglich bei älteren Leichen, die Flimmercylinder ihm scheinbar ganz dicht aufgestellt, als hätten sie gar keine jüngeren Stadien unter sich. An anderen Stellen gewahrt man jedoch an der durchsichtigen Linie, welche die Schleimhaut begrenzt, jüngere Zellenformationen, die wahrscheinlich als dünne Schicht noch unter den Cylindern liegen. Manche von diesen zeigen sogar nach unten Stacheln, wie sie bei den Pflasterepithelien der Adergeflechte, des Epitheliums der Conjunctiva u. dgl. häufiger vorkommen. Die mittlere Länge der Cylinder beträgt 0,008'''.

Die Fasern der Mittelhaut der Gebärmutter erscheinen bei nicht geschwängertem Uterus einfach, nicht quer gestreift. Dagegen bieten sie nach Purkinje und Kasper bei schwangeren Gebärmüttern Querstreifen dar. Sie sind im erstern Falle wiederum blaß und wegen der vielen aufliegenden Kernbildungen körnig. Ueber ihre Anordnung siehe Purkinje und Kasper[1]). Die Schleimhaut der Gebärmutter besitzt an ihrer Oberfläche ein bis zu den Muttermundslefzen reichendes Flimmerepithelium mit Flimmercylindern und in ihren Durchmessern auf eine bedeutende Weise schwankenden Capillaren, die mit Blut gefüllt zwischen 0,012''' und 0,080''' ungefähr variiren. Nach Krause sollen die in ihr zerstreuten Drüsenröhrchen öfters 2—3 spiralige Windungen machen. Sie sind nach ihm meist $^{2}/_{5}$''' lang, $^{1}/_{25}$''' bis $^{1}/_{20}$''' breit und an ihrer Mündung $^{1}/_{33}$''' weit. Die aggregirten Mutterhalsdrüsen zeigen auf senkrechten, mit dem Doppelmesser verfertigten und durch Kali etwas durchsichtiger gemachten Durchschnitten vielfache Verschlingungen ihrer im Mittel 0,058''' messenden Röhren und erinnern hierdurch vorzüglich an die aggregirten Drüsen des weichen Gaumens und des Schlundes. Ob die sogenannten Naboth'schen Eichen nur ausgedehnte rundliche Säckchen seien (Krause), kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben. Allerdings kommen sie vorzüglich da, wo aggregirte Drüschen existiren, vor. Auch liegen bisweilen zwei so dicht an einander und bieten eine solche Anordnung dar, daß man glauben könnte, sie seien nur blasige Erweiterungen einfacher oder gewundener Drüsenschläuche. Allein meistentheils zeigen

---

[1]) De structura fibrosa uteri non gravidi. Vratislaviae 1840. 8.

sie sich als geschlossene Kapseln, welche als Inhalt innerhalb einer Flüssigkeit kleinere Körner und bisweilen größere, wie es scheint fette, Körper besitzen und daher vielleicht den schon bei der Magenschleimhaut erwähnten geschlossenen Bälgen zu parallelisiren sein dürften. — In dem runden Mutterbande sieht man außer den reichlichen interstitiellen Zellgewebefasern steifere, blaß röthlich gelbe, wie mir schien, mit denen der Mittelschicht des Uterus nicht ganz identische Fasern von 0, 0035''' mittlerer Breite, welche auch die dem freien Auge gelblich bis gelbröthlich erscheinenden Stränge hervorrufen. Zerrupfte ich Stückchen desselben und behandelte sie mit Essigsäure, so erschien oft eine auffallende Menge von schraubig gedreheten Umhüllungsfasern, welche vorzüglich dem Zellgewebe anzugehören schienen, während auf den anderen Fasern reichliche distante, der Länge nach vorzugsweise geordnete Umhüllungsgebilde auftraten.

Auf senkrechten Schnitten der in die Schleimhaut des Scheidengewölbes übergehenden Schleimhaut der Gebärmuttermundslefzen gewahrt man noch cylindrische Epithelialzellen, welche auf diesen selbst senkrecht stehen und nicht etwa durch benachbarte Drüschen, mit ihrem Schleime vermischt worden sind. In dem abgeschabten Schleime des benachbarten Theiles des Scheidengrundes sieht man niedere Cylinderchen, die auch auf dünnen senkrechten Schnitten der Schleimhaut aus dieser Gegend erscheinen. Bald aber beginnt das Plattenepithelium, welches durch die übrige Scheide geht. Zugleich gewahrt man noch an solchen Präparaten ein eigenes Verhältniß. Es ragen nämlich an der Oberfläche 0,035''' bis 0,080''' lange einfache bis verzweigte Zotten, ähnlich den einfacheren Zotten des Exochorion, mit Epithelialzellen bekleidet, hervor. Sie bilden oft Biegungen und Schlingen, reichen bis zu den äußeren Schamlefzen, werden vorzüglich gegen die Columnae rugarum breiter, dicker darmzottenartiger und zeigen schon im frischen Zustande und deutlicher nach Behandlung mit Essig- oder Weinsteinsäure, gleich der zwischen diesen Scheidenzöttchen befindlichen Schleimhaut, runde große Kernbildungen, die nahe an einander liegen, sowie gewundene Röhren, wahrscheinlich Blutgefäßschlingen, welche in der Grundsubstanz verlaufen. Die Wärzchen der Columnae rugarum selbst erscheinen auf feinen Doppelschnitten ganz ähnlich, sind offenbar nur stärker entwickelte Scheidenzöttchen und haben auch kleinere Zottenbildungen zwischen sich, während höher oben im Scheidengewölbe auch größere Wärzchen schon zum Theil vorkommen. Ueberall in und unter der Scheidenschleimhaut zeigen sich große, auch im uninjicirten Zustande auffallende Blutgefäßnetze, welche mit dem angeschlängelten Blutgefäßen so reichen, fächerigen Gewebe hinter der Schleimhaut in Verbindung stehen. Von den Drüsenbildungen der Schleimhaut des Scheidengrundes konnte ich mir bis jetzt keine genügende mikroskopische Anschauung bereiten, da man an Stellen, welche selbst den aggregirten Drüschen des Gebärmutterhalses ähnliche Fleckchen darbieten, weder auf horizontalen, durch Kali durchsichtiger gemachten, noch auf senkrechten Schnitten etwas Bestimmtes wahrnimmt. Nur auf einzelnen Schnitten glaubte ich senkrechte Schläuche, die man jedoch nicht mit Blutgefäßstämmen verwechseln darf, gesehen zu haben. Die Cowper'schen Drüsen des Weibes sind noch nicht specieller mikroskopisch untersucht, gleichen aber wahrscheinlich denen des Mannes. Eben so bedarf noch die mikroskopische Constitution der an der Harnröhre und deren Mündung befindlichen Drüsen und Bälge einer genaueren Erforschung. Dasselbe gilt von den Santorini'schen Praeputialdrüsen der Klitoris, deren ungleich zerstreuete, ziemlich nahe bei einander liegende Oeffnungen meist zwischen 0,025''' bis 0,040''' schwanken. In den kleineren Schamlefzen erscheinen, vorzüglich gegen die äußeren Schamlippen hin eigene, bisweilen mit einem öligen bis fettigen Kugelin-

halte zum Theil gefüllte Drüsen, welche sich oft sogleich an ihrem Ausführungsgange gabelig theilen und ihre Drüsenröhren dann schlängeln und verwickeln. Der eine hat eine größte Breite von 0,025''' und zeigt ein Lumen von 0,007 bis 0,011''' und oft reichliche an ihm anliegende Längenfasern, welche vorzüglich durch die Umhüllungsformation derselben bedingt zu werden scheinen. Der Durchmesser der Spaltungsgänge beträgt im Anfange 0,008''' — 0,010'''. An der innern Fläche der äußeren Schamlefzen und von da an weiter erscheinen die die Haare begleitenden Talgdrüsen, welche bald einfach, bald gabelig getheilt, fast immer sehr mit Secret gefüllt sind und meist zu je zwei seitlich an einem Haare stehen. Ihre Enden liegen ungefähr ½''' unter der Oberfläche der Epidermis; die Breite ihres Hauptausführungsganges beträgt meist 0,012 bis 0,020'''; die der Theilungsäste, wenn sie gespalten sind, 0,010''' — 0,013'''.

Der Bau der cavernösen Körper des Kitzlers und des Vorhofes scheint der Structur der Corpora cavernosa des männlichen Gliedes ganz ähnlich zu sein. Nur kommt es hier fast nur zu breiteren Septis, so daß eine Erzeugung von Arteriae helicinae beinahe unmöglich wird. Der Constrictor cunni enthält quergestreifte Muskelfasern. Ob eine sehr dünne Schicht einfacher Muskelfasern auch hier unter der Schleimhaut existirt, muß dahin gestellt bleiben.

Die Brüste wurden schon in dem zweiten Abschnitte erwähnt.

G. Valentin.

Erklärung der Abbildungen [1]).

Fig. 1. Krystalle aus dem Vorhofe des Gehörorganes eines erwachsenen Menschen.

Fig. 2. Verschiedene Formen von schaaligen Kugeln aus dem Hirnsande der Adergeflechte und der Zirbel des Gehirnes eines 18jährigen Mannes; a. bis r. sind unverletzte, s. bis w. gesprengte Kugeln. a. bis m. stammen aus den seitlichen Adergeflechten. n. bis r. aus der Zirbel.

Fig. 3. Proben aus dem Absatze in dem Harne des Pferdes. a. Eine einfache Kugel. b. Eine verwachsene Kugelreihe. c. eine Doppeldruse.

Fig. 4. Fettzellenbildungen aus der Fußsohle eines im fünften Monat befindlichen menschlichen Embryo.

Fig. 5. Eigenthümliche Pigmentzellen aus der Vorderfläche der Regenbogenhaut eines erwachsenen grünen Frosches.

Fig. 6. Dicht gefüllte polyedrische Pigmentzellen aus der Choroidea des menschlichen Auges.

Fig. 7. Verschiedene Formen von Pigmentzellen aus dem Frosche. a bis und g. aus dem Auge und f. aus der Haut.

---

[1]) Die den Abbildungen beigefügten Bruchtheile bezeichnen das Verhältniß der natürlichen Größe zu der Größe, unter welcher die gezeichneten Gegenstände unter dem Mikroskope gesehen wurden.

Fig. 8. Einige Formen der Pigmentramificationen aus der Choroidea des Auges des Menschen.

Fig. 9. Pigmentzellen aus der Choroidea eines dreimonatlichen menschlichen Embryo.

Fig. 10. Zellenfasern des Bindegewebes aus dem Unterhautzellgewebe eines fünfmonatlichen menschlichen Embryo.

Fig. 11. Platte Fasern und zum Theil schon gesonderte Faden des embryonalen Sehnengewebes aus der Achillessehne eines dreimonatlichen Embryo des Menschen.

Fig. 12. Faden aus der Sclerotica des Menschen.

Fig. 13. Faden aus der Hornhaut des Frosches (bei dem Menschen bieten sie ein ganz ähnliches Aussehen dar).

Fig. 14. Fragment der Hornhaut eines 13 Tage alten Hühnerembryo.

Fig. 15. Gewebe an und unter der Lederhaut des Oberschenkels desselben Embryo.

Fig. 16. Weiße Hornzellen des Oberschnabels desselben Embryo.

Fig. 17. Zellen und Kugeln der oberflächlichsten Schicht der Krystalllinse desselben Embryo.

Fig. 18. Zwei verschiedene über einander liegende Schichten von Epidermidalzellen des Frosches. a. Jüngere, b. ältere Zellen.

Fig. 19. Anhäufung losgestoßener Epithelialblättchen des Mundes, wie sie in jedem Tropfen Speichel des Menschen beobachtet werden.

Fig. 20. Stachelige Zellen aus dem Epithelium der Bindehaut des Augapfels eines erwachsenen Mannes.

Fig. 21. Die an der Cornea liegenden tieferen Cylinder des Epithelium der Bindehaut des Augapfels aus derselben Leiche.

Fig. 22. Das Cylinderepithelium der Schleimhaut der Gallenblase des Kalbes von oben in seiner pflasterartigen Aggregation dargestellt.

Fig. 23. Epithelialcylinder. a. Aus demselben Theile. b. Von der Oberfläche der Darmzotten des Hundes.

Fig. 24. Senkrechter Durchschnitt durch eine Falte des Dünndarmes des Frosches, um die Epithelialcylinder, die unter diesen liegende Zellenbrut und die eigentliche Schleimhautsubstanz zu zeigen.

Fig. 25. Einzelne durch Schwefelsäure isolirte Zellen des Epithelium eines Kopfhaares eines Mannes.

Fig. 26. Dieses Epithelium in situ in der Mitte des (braunen) Haares, das vorher durch kaustisches Kali heller gemacht worden.

Fig. 27. Ein ähnliches Haar nach Behandlung mit Schwefelsäure zwischen zwei Glasplatten gerollt, damit die Rindenblättchen sich losschuppen.

Fig. 28. Einzelne beispielsweise gezeichnete Formen isolirter Rindenblättchen.

Fig. 29. Geschlängeltes Nervenästchen mit den dasselbe umgebenden Hüllen aus dem Gekröse des Frosches. a. Das Nervenzweigchen. b. Die mit Kernen versehene glasartige Hülle. c. Die streifige Hülle.

Fig. 30. Eine einzelne Nervenprimitivfaser aus dem Hüftgeflechte des Frosches, die von einer besondern hellen, mit aufliegenden Kernen versehenen Hülle eingeschlossen wird.

Fig. 31. Nervenfaser des Antlitznerven des Schafes mit seitlich bruchartig hervortretendem Inhalte.

Fig. 32. Durch Weinsteinsäure zur Anschauung gebrachte Hülle der Nervenfaser aus dem Ursprungstheile des Antlitznerven des Schafes.

Fig. 33. Mit Weinsteinsäure behandelte Nervenfaser des Lendengeflechtes des Frosches mit stellenweise isolirter und fadig eingeschrumpfter Begrenzungshaut.

Fig. 34. Frische Nervenfaser desselben Theiles. a. Ein isolirtes Stück der Begrenzungshaut.

Fig. 35. Ganz frische Primitivfaser des Hüftnerven des Frosches mit anliegender und zum Theil durch den Primitivfaserinhalt durchscheinender Zellenfaser der äußern Hülle.

Fig. 36. Primitivfaser des Lendengeflechtes des Frosches mit theilweise sichtbarer Begrenzungshaut und kenntlichem Achsencylinder.

Fig. 37. Nervenfaser derselben Gegend mit herausragendem Primitivbande und den strahligen Figuren an der Bruchfläche der Rindensubstanz des Nerveninhaltes.

Fig. 38. Nervenkörper mit seiner Begrenzungshaut aus dem Gasser'schen Knoten des Schafes.

Fig. 39. Nervenkörper desselben Knotens mit ihren mit Kernen belegten Scheidenbildungen und den Fragmenten zweier umspinnender Nervenprimitivfasern.

Fig. 40. Nervenkörper aus einem ganz frischen Gasser'schen Knoten des Schafes von seiner Scheidenbildung eingeschlossen.

Fig. 41. 42. 43. Graue Fasern aus dem Nasenscheidewandnerven des Schafes. Fig. 41. Die frischen Fasern mit aufliegenden Kernen. Fig. 42. Dieselben mit einzelnen zwischen ihnen verlaufenden Primitivfasern. Fig. 43. Dieselben mit aufliegenden pigmentirten Kerngebilden.

Fig. 44. Mit Essigsäure behandelte centrale Nervenfaser aus dem kleinen Gehirne des Schafes mit stellenweise isolirt sichtbarer Begrenzungshaut.

Fig. 45. Centrale Nervenkörper aus der grauen Substanz der Hemisphäre des kleinen Gehirnes eines 18jährigen Jünglings. a. b. Zwei verschiedene Nervenkörper von grauer Substanz noch umgeben und mit aufliegenden Kerngebilden versehen.

Fig. 46. a. b. c. Verschiedenartige Nervenkörper aus der Oberfläche der Kleinhirnhemisphären derselben Leiche. d. Nahe an einander gelagerte Kerne aus der vordersten grauen durchbrochenen Substanz.

Fig. 47. Nervenkörper aus dem Hinterlappen des großen Gehirnes derselben Leiche nach Behandlung mit kaustischem Ammoniak.

Fig. 48. Geschwänzter, streifiger und mit z. Thl. verletzter Begrenzungshaut versehener centraler Nervenkörper aus dem verlängerten Marke des Schafes.

Fig. 49. Körper aus der grauen Substanz der Großhirnhemisphären von Weingeistexemplaren von Proteus anguinus. a. Die dazwischen liegenden membranösen Hüllen.

Fig. 50. In seiner Kapsel eingeschlossener, mit kaustischem Kali etwas behandelter Nervenkörper aus dem vorletzten Schwanzknoten des Flußkrebses.

Fig. 51. Nervenprimitivfasern mit aufliegenden Kernen und seitlich gesehener Hülle aus demselben Theile.

Fig. 52. Primitive Nervenzellen aus dem Hirn des Hühnchens.

Fig. 52 a. Graue Substanz der Großhirnhemisphäre einer noch extremitätenlosen Kaulquappe.

Fig. 53. Centrale Nervenfasern derselben Gegend.

Fig. 54. Dieselben nach Behandlung mit Essigsäure.

Fig. 55. Ein Stückchen Netzhaut eines jungen Kaninchenalbino. a. Die

Körnchenschicht. b. Fragmente der Schicht der Primitivfasern. c. Die an dem Rande hervortretenden milchglashellen Kugeln.

Fig. 56. Plexus der Nervenprimitivfasern aus dem hintern Theile derselben Netzhaut.

Fig. 57. Muskelfaserrohr mit noch deutlichen Kernen aus der Halsmuskulatur eines 15 Tage alten Hühnerembryo.

Fig. 58. Muskelfaserrohr aus demselben Embryo mit äußerm Besatze von Kernen. Aus demselben Embryo.

Fig. 59. Etwas weiter entwickelte Muskelfaser desselben Embryo.

Fig. 60. Muskelfasern mit noch in ihrer Höhlung enthaltenen Körnchen. Aus einem 2½″ langen Schafembryo.

Fig. 61. Zellenfasern aus dem großen Netze desselben Fötus.

Fig. 62. Zellenfasern der Achillessehne desselben Embryo.

Fig. 63. Körperchen in der hellen gerinnbaren Blutflüssigkeit, welche nach Verletzung des Herzens des Flußkrebses hervortreten.

Fig. 64. Auf den Nervenfasern des Blutstranges aufliegende Körperchen, wahrscheinlich Blutkörperchen.

Fig. 65. Körperchen aus der Thymusdrüse des oben erwähnten 2½″ langen Schafembryo.

Fig. 66. Eine Verzweigung der Bronchialgänge der Lungen mit ihrem Blastem.

Fig. 67. Eine ähnliche mit einem Nebenbläschen, dessen Höhle scheinbar abgeschlossen ist.

Fig. 68. Bronchialverzweigungen nach Behandlung mit kaustischem Kali.

Fig. 69. Körnchenschicht der Netzhaut eines 18jährigen Jünglings mit Essigsäure behandelt. a. Die dann mehrfachen Nuclei. b. Deren umgebende Zellen. c. Die hellen Kugeln. d. e. Einzelne mit Kernen.

Fig. 70. Samenkanälchen eines jungen Kaninchens.

Fig. 71. Harnkanälchen aus demselben mit Weinsteinsäure behandelt.

Fig. 72. Feiner Querdurchschnitt aus dem oberflächlichen Theile der Lunge desselben mit Darstellung der der Begrenzungsschicht dicht anliegenden Fasern der Mittelhaut der Lungenbläschen.

Fig. 73. Muskelfasern aus dem Gallenausführungsgange desselben. a. Die Fasern in ihrem natürlichen Zusammenhange. b. Einzelne am Rande hervorstehende Fasern. c. d. Solche Muskelfasern etwas stärker vergrößert.

Fig. 74. Senkrechter Durchschnitt der Haut über dem Nasenflügel eines jungen Mannes mit Essigsäure behandelt. a. Der einfache Sack, welcher durch Fettabsonderung einen sogenannten Mitesser erzeugt.

Fig. 75. a. bis m. Leberzellen aus der Leber einer erwachsenen Frau.

Fig. 76. Während der noch bestehenden Reizbarkeit durchschnittene Muskelfasern des Oberschenkels eines Frosches.

Fig. 77. a. bis f. Verschiedene Durchschnitte der Muskelfasern des Schwanzes einer extremitätenlosen Kaulquappe.

Fig. 78. Muskelfasern der hintern Extremität eines jungen Fröschchens, die sich zum Theil durch Zerreißung in ihren Scheiden zurückgezogen haben.

Fig. 79. Querdurchschnitte derselben Muskelfasern.

Fig. 80. Mit Essigsäure behandelte Muskelfasern des Rindfleisches.

Fig. 81. a. b. Verschiedene starke Vergrößerungen anderer mit Essigsäure behandelter Fasern der Art. . c. Dieselben nach Einwirkung von Weinsteinsäure.

Fig. 82. Einfache Muskelfasern der Mittelhaut des Triton mit Essig-

säure behandelt und mit einzelnen losgelös'ten Kernbildungen. a. Ein von einer Zelle umgebener Kern. b. Zwei an einander gefügte Kerne.

Fig. 83. Knorpelsubstanz des untersten noch nicht verknöcherten Theiles des Femur eines 6monatlichen Fötus.

Fig. 84. Knorpelsubstanz aus der Nähe der Oberfläche des ober Gelenkknorpels des Astragalus eines alten Mannes.

Fig. 85. Einzelne Knorpelkörpergruppen. a. b. c. Aus dem Rippenknorpel. d. e. f. g. Aus dem zu Fig. 84. gebrauchten Knorpel.

Fig. 86. Längenschliff aus dem Oberschenkelknochen des Pferdes. a. Ein Markkanälchen. b. Knochenkörperchen. c. Kalkführende Strahlen. d. Netz derselben in der Nähe des Markkanales.

Fig. 87. Querschliff des Oberschenkelknochens des Menschen mit durchschnittenem Markkanale, den concentrischen Knochenlamellen, den Knochenkörperchen und den kalkführenden Strahlen.

Fig. 88. Zahnröhrchen der ächten Zahnsubstanz des Eckzahnes eines erwachsenen Menschen.

Fig. 89. Cämentsubstanz ebendaher.

Fig. 90. Kleine Schlagader aus dem Eierstocksgekröse eines brünstigen Frosches.

Fig. 91. Zellen aus dem ausgedrückten Safte der Schilddrüse des Hundes.

Fig. 92. Elastische Fasern aus dem Nackenbande des Rindes.

Fig. 93. Capillargefäß aus dem Hinterfuße eines 8tägigen Hühnerembryo.

Fig. 94. Körperchen aus dem intensiver roth gefärbten Chylus des Milchbrustganges des Hundes.

Fig. 95. Gallertiges Umhüllungsgewebe an der Außenfläche des Vorhofes des Frosches. a. b. In Spaltung begriffene Kerne. c. d. Umhüllungsgebilde in Form von Faserfragmenten.

Fig. 96. Kugeln aus dem rotirenden Safte der sogenannten Hodenbläschen des Blutegels. a. Eine freie und b. eine von einem Samenfadenbündel umgebene Kugel.

Gewebe

(in pathologischer Hinsicht).

Die Gewebe, als die feinsten Elementartheile des thierischen und menschlichen Körpers, nehmen natürlich an allen den verschiedenen Krankheiten desselben mehr oder weniger Antheil. Ja, die Gewebe im weitern Sinne des Wortes, wo man auch die mit organisirten Theilen versehenen Flüssigkeiten des Körpers mit darunter begreift, sind in der Mehrzahl der Fälle der ausschließliche Boden, auf dem die Krankheitsprocesse ihre Rollen spielen, und erleiden dabei in ihren Lebensäußerungen sowohl als in ihren morphologischen Verhältnissen mehr oder weniger bedeutende Veränderungen. Diese Veränderungen zeigen die größte Mannigfaltigkeit nach dem Gesichtspunkte, von dem aus man sie betrachtet; sie stellen sich anders dar, wenn man mehr das pathologische Moment ins Auge faßt, ihren Einfluß auf den ganzen übrigen Körper, auf Leben und Gesundheit, — anders, wenn man die Veränderungen für sich betrachtet, ohne auf ihre Folgen Rücksicht zu nehmen, also ihre Eigenschaften erforscht, ihre Entstehung, die Art der Abweichung vom normalen Verhalten. Die erstere Betrachtungsweise ist freilich lockender und verspricht mehr Vortheile für die ärztliche Praxis, aber sie ist auch unendlich schwieriger und vielen Täuschungen ausgesetzt, denn sie gründet sich nur auf eine Vergleichung der oft unvollkommen beobachteten oder undeutlich ausgesprochenen Erscheinungen während des Lebens mit den nach dem Tode gefundenen Veränderungen. Die zweite Methode ist sicherer, ja, ihre Resultate haben eine positive Gültigkeit, da sie aus der unmittelbaren Beobachtung durch die freien oder bewaffneten Sinneswerkzeuge hervorgehen. Sie ist zwar zunächst weniger praktisch wichtig, liefert aber die nothwendige Grundlage für weitere wissenschaftliche Forschungen. Ich werde daher im Folgenden vorzüglich auf die von ihr gewonnenen Resultate Rücksicht nehmen.

Die pathologischen Veränderungen der thierischen Gewebe, so weit sie sich durch die unmittelbare Beobachtung nachweisen lassen, schließen sich eng an die Zustände an, welche man unter dem abstracten Begriff der Krankheit zusammenfaßt; sie sind, wie diese, sehr verschiedener Art. Sieht man auf die einzelnen Erscheinungen, welche den Symptomencomplex der verschiedensten concreten Krankheitsfälle bilden, so findet man, daß sich drei Hauptgruppen derselben unterscheiden lassen, deren einzelne Formen uns aber in den meisten Erkrankungsfällen nicht gesondert, sondern mit und neben einander entgegentreten. Diese drei Hauptgruppen, freilich, wie unsere meisten Distinctionen mehr künstliche Trennungen als natürliche Gruppirungen der Krankheitsglieder, sind folgende:

1) Aenderungen in der Function, den physiologischen Lebensäußerungen der ergriffenen Theile, mit oder ohne nachweisbare materielle, d. h. chemische oder morphologische Veränderungen; — sogenannte dynamische Abweichungen von dem normalen Verhalten. Man beobachtet sie um so häufiger, je höher die physiologische Dignität eines Gewebes, je deutlicher seine Lebensäuße-

rungen; daher findet man sie bei weitem am häufigsten im Bereich des Nervensystemes und selten oder nie bei Geweben mit sehr schwachen oder gar nicht wahrnehmbaren Lebensäußerungen, wie bei den Knorpeln, den Haaren, Nägeln, der Oberhaut.

2) Veränderung in der chemischen Mischung der Körperbestandtheile. Sie sind am häufigsten und augenfälligsten in den flüssigen Elementartheilen des Körpers, im Blute, den Secretions- und Excretionsflüssigkeiten, kommen aber auch in den festen Körpertheilen oft genug vor.

3) Veränderungen in der Form der Gewebetheile, welche schon mit freiem Auge, in den meisten Fällen aber erst mit bewaffnetem Auge, durch das Mikroskop erkannt werden können — morphologische Abweichungen vom normalen Verhalten.

Diese drei genannten Arten von Veränderungen der Gewebe schließen sich aber, wie schon erwähnt, nicht etwa einander aus, sie kommen oft, ja gewöhnlich, gleichzeitig mit einander vor, wobei sie sich entweder gegenseitig bedingen, oder alle zusammen von einer gemeinschaftlichen äußern Ursache hervorgerufen werden.

Unsere Kenntnisse von diesen Veränderungen sind noch ziemlich mangelhaft und sehr ungleich. Am besten kennt man noch die morphologischen Abweichungen der Gewebe, viel weniger die chemischen und functionellen. Daher soll auch bei der folgenden Darstellung die Veränderung des morphologischen Verhaltens die Grundlage bilden, und die Veränderungen der übrigen Verhältnisse, so weit sie bekannt sind, sich jenem an den einzelnen betreffenden Stellen anschließen. Wir sind eben dadurch genöthigt, zur leichtern Uebersicht der verschiedenen Veränderungen eine andere, gemischte, mehr empirische Eintheilung zum Grunde zu legen.

Die pathologische Veränderung der einzelnen Gewebe kann bestehen in einer Zerstörung und Auflösung, einem Schwinden, Verkümmern derselben.

Sie kann sich ferner äußern in einer Veränderung ihrer physikalischen Eigenschaften, ihres Festigkeitsgrades, ihrer Farbe.

Sie kann sich manifestiren als ein Aufgeben des individuellen Charakters, so daß ein specielles Gewebe seine charakteristischen Eigenschaften durchaus verliert, und in ein anderes Gewebe übergeht, in dasselbe umgewandelt wird.

Endlich kann es geschehen, daß durch pathologische Vorgänge neue, vorher nicht vorhandene Gewebetheile gebildet werden, welche zu den älteren früher vorhandenen in verschiedene Beziehungen treten, sich entweder an dieselben anschließen, mit ihnen weiterwachsen und zu bleibenden Theilen des Körpers werden, oder sich zwischen die ursprünglichen Gewebetheile einschiebend, sie auf verschiedene Weise beeinträchtigen, ja verdrängen und zerstören — eigentliche pathologische Gewebe.

Wir betrachten diese letzteren zuerst, da sie nicht nur die wichtigsten sind, sondern auch ihre Entstehung und weiteren Schicksale für die Genesis der übrigen Veränderungen wichtige Aufschlüsse liefern.

I. Pathologisch neugebildete Gewebe.

Was hierunter im Allgemeinen zu verstehen, geht aus dem Obigen hervor und wird durch das Folgende noch deutlicher werden. Die hierher gehörigen

Gebilde zerfallen in zwei große Gruppen, in organisirte und nicht organisirte Neubildungen. Beide unterscheiden sich nicht nur im ausgebildeten Zustande, sondern auch schon durch die Art ihrer Entstehung und die Gesetze, nach welchen dieselbe vor sich geht.

A. nicht organisirte Neubildungen.

Sie sind charakterisirt durch einen verwaltenden Gehalt an unorganischen Bestandtheilen, ihnen fehlt die eigentliche organische Structur, sie bestehen vorzugsweise aus Krystallen, krystallinischen Massen oder unorganischen Niederschlägen und folgen bei ihrer Entstehung mehr rein chemischen Gesetzen, als denen, welche der organischen Entwickelung zum Grunde liegen. Man nennt sie thierische Concretionen, Concremente, einige von ihnen wohl auch, wiewohl fälschlich, Verknöcherungen, da sie den Knochen zwar an Härte und Festigkeit, so wie durch ihren reichen Gehalt an unorganischen Bestandtheilen, namentlich Kalksalzen, gleichen, sich aber durch den Mangel der organischen Structur, welche die Knochen besitzen, wesentlich von ihnen unterscheiden. Doch giebt es auch wirkliche pathologische Verknöcherungen, wo die neugebildete Substanz alle Eigenschaften des organisirten Knochengewebes an sich trägt; von diesen wird später, bei der Neubildung von Knochensubstanz, die Rede sein.

Die thierischen Concretionen zerfallen wieder in zwei große Gruppen, welche sich unterscheiden durch die Art, wie und den Ort, wo sie sich bilden. Die einen finden sich in natürlichen Höhlen des Körpers und entstehen als Niederschläge aus den thierischen Secretions- und Excretionsflüssigkeiten, namentlich dem Harn, dem Speichel, der Galle. Die andere Art bildet sich auf eine etwas verschiedene Weise im Parenchym der Organe, zwischen den Elementartheilen der Gewebe.

Die Concretionen der ersten Art, welche sich aus den thierischen Flüssigkeiten niederschlagen, sind in der Regel vollkommen isolirt, ohne Zusammenhang mit den umgebenden Theilen, gewöhnlich hart und von mineralischem oder unorganischem Gefüge, man nennt sie daher gewöhnlich Steine, wiewohl manche von ihnen nur eine geringe Consistenz haben und, wenigstens im frischen Zustande, eine weiche, wachsähnliche Masse bilden, die sich mit den Fingern kneten läßt; so manche Gallensteine. Die nächste Ursache der Bildung dieser Steine ist wohl immer eine chemische und mechanische, wenn gleich der letzte Grund in einer in den meisten Fällen noch unbekannten Veränderung der allgemeinen Bildungs- und Ernährungsgesetze des menschlichen Körpers gesucht werden muß. Sie entstehen im Allgemeinen durch eine Anhäufung und Vereinigung der nach chemischen Gesetzen aus den verschiedenen Körperflüssigkeiten sich bildenden Niederschläge; andere, deren Entstehung auf anderen Ursachen beruhet, vergrößern sich wenigstens auf die oben angegebene Weise. Die chemischen Ursachen, welche die Bildung solcher Concretionen oder die Vergrößerung bereits gebildeter veranlassen, sind von verschiedener Art. Gegenwärtig lassen sich erfahrungsgemäß die folgenden aufstellen:

1) Fast alle Körperflüssigkeiten, namentlich die als Secreta und Excreta auftretenden, enthalten Stoffe in Auflösung, welche an sich in dieser Flüssigkeit gar nicht oder sehr schwer löslich, in ihnen nur sehr locker gebunden sind, daher nach dem Erkalten dieser Flüssigkeiten sehr bald, bei längerm Verweilen derselben im Körper wenigstens nach einiger Zeit von selbst aus ihnen niederfallen. Dies gilt z. B. von einem großen Theile der im Urin enthaltenen Harnsäure, von dem Gehalte der Galle an Gallenfett und Farbestoffen, von dem phosphor-

sauren Kalk in denjenigen Körperflüssigkeiten, welche im Normalzustande alkalisch reagiren. Von den meisten dieser Stoffe wissen wir nicht genau, an welche Bedingungen ihre Auflöslichkeit geknüpft ist, doch lehrt uns die Erfahrung, daß die Ursachen, welche die Auflösung bewirken, sehr wenig Energie haben müssen, da jene Stoffe so leicht, oft ohne Einwirkung äußerer Einflüsse, ohne bestimmt nachweisbare Ursachen aus ihren Auflösungen niederfallen. Ist nun eine Körperflüssigkeit aus irgend einem Grunde reicher als gewöhnlich an solchen Bestandtheilen, oder wird sie durch mechanische Veranlassungen länger als gewöhnlich in ihren natürlichen Behältern im Körper zurückgehalten, so scheiden sich jene Stoffe ganz oder theilweise aus, sie fallen im festen Zustande nieder und können, namentlich bei öfterer Wiederholung dieses Vorganges und bei gleichzeitiger Anwesenheit anderer, später zu erwähnender Umstände, zur Bildung von Concretionen Veranlassung geben. Auf diese Weise entstehen wahrscheinlich die aus Harnsäure bestehenden Harnsteine, ferner die meisten Gallensteine.

2) Manche Substanzen sind in den Körperflüssigkeiten nur so lange auflöslich, als gewisse Bedingungen zugegen sind; sobald diese aufhören, sind sie nach chemischen Gesetzen nicht länger auflöslich, sondern scheiden sich im festen Zustande aus und fallen nieder. So ist der phosphorsaure Kalk in alkalischen Flüssigkeiten unlöslich. Wird daher der ihn in Auflösung enthaltende Urin aus irgend einem Grunde, z. B. durch den Genuß pflanzensaurer Alkalien, durch beigemischtes Blutserum oder Eiter alkalisch, so bleibt der phosphorsaure Kalk nicht länger im Urin auflöslich, sondern scheidet sich aus und fällt nieder. Aehnlich verhält es sich mit der in allen thierischen Flüssigkeiten vorkommenden phosphorsauren Magnesia. Sie ist als solche in wässerigen Flüssigkeiten leicht löslich. Sobald aber aus irgend einem Grunde Ammoniak mit dieser Auflösung in Berührung kommt, so bildet sich phosphorsaure Ammoniakmagnesia, welche nun nicht mehr in der alkalischen Flüssigkeit löslich ist, sondern sich im krystallinischen Zustande ausscheidet. Auf diese Weise bilden sich die aus phosphorsaurem Kalk oder phosphorsaurer Ammoniakmagnesia bestehenden Harnsteine. Hier ist also nicht, wie im ersten Falle, die Quantität gewisser in einer Flüssigkeit aufgelös'ten Stoffe vermehrt, sondern die chemische Qualität der Flüssigkeit selbst verändert.

3) Bisweilen treten in den thierischen Excretionsflüssigkeiten ungewöhnliche Bestandtheile auf, die man im Normalzustande in ihnen gar nicht findet, und die, weil sie ihrer Natur nach in jenen Flüssigkeiten unlöslich sind, sich sogleich nach ihrer Absonderung aus ihnen niederschlagen. Sie können, sich zusammenhäufend, zur Bildung von Concretionen Veranlassung geben. Auf diese Weise entstehen die Harnsteine aus oxalsaurem Kalk, Cystin, harniger Säure. Hierbei ist aber noch Manches räthselhaft, denn jene Stoffe müssen im Momente ihrer Absonderung und vorher jedenfalls in den Körperflüssigkeiten aufgelös't sein, sonst konnten sie ja nicht durch die Nieren aus dem Blute ausgeschieden und dem Urin beigemengt werden. Welche Mittel aber die Natur anwendet, um diese vorgängige Auflösung zu Stande zu bringen und warum diese Stoffe gleich darauf wieder unauflöslich werden, ist ganz unbekannt; man müßte denn annehmen, daß sie sich erst im Moment ihrer Absonderung aus anderen Stoffen neu bilden, was aber von manchen dieser Substanzen, z. B. vom oxalsauren Kalk, der sich nach dem Genuß von oxalsäurehaltigen Pflanzen im Urin findet, unwahrscheinlich ist.

Die bisher genannten Ursachen der Bildung von Concretionen waren mehr chemischer Natur, zu ihnen kommt aber

4) gewöhnlich noch eine **mechanische** hinzu. Denn sehr häufig enthalten die Excretionsflüssigkeiten sogleich nach ihrer Entleerung, z. B. der frischgelassene Urin kleine Quantitäten von Niederschlägen aus harnsaurem Ammoniak, Harnsäure, phosphorsaurem Kalk, selbst von oxalsaurem Kalk, welche durch einen der oben angeführten Gründe veranlaßt sind, ohne daß sich darum gerade Concretionen bilden. Der ausfließende Urin reißt diese in ihm suspendirten oder auch zu Boden gefallenen Theilchen mit sich fort und sie werden so mit ausgeleert, ohne daß sie sich zu größeren Concretionen vereinigen können. Sind aber die natürlichen Behälter dieser Flüssigkeiten, z. B. die Urinblase, sehr mit Schleim erfüllt, oder befinden sich in ihnen fremde Körper, so bleiben diese oft schon in ganz normalen Flüssigkeiten auftretenden Niederschläge an denselben hängen, werden daher nicht mehr mit ausgeleert und bilden so, sich allmälig anhäufend und durch Schleim verbunden, Concretionen. Deshalb veranlassen in solchen Höhlen befindliche fremde Körper doppelt leicht die Erzeugung von Concretionen. Sie bilden selbst Anhaltspunkte für die Harnniederschläge, bewirken durch ihren Reiz eine vermehrte Schleimabsonderung und machen die Secretion (durch veranlaßte Absonderung von Eiter und Blutserum) alkalisch. Daher bilden sich um fremde Körper in der Blase oder im Darmkanal fast immer Concretionen von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniakmagnesia. Auch die Incrustationen der längere Zeit in der Vagina verweilenden Pesarien liefern hiervon ein Beispiel.

Dies sind die bis jetzt mit einiger Sicherheit gekannten nächsten Ursachen, welche der Bildung von Concretionen in thierischen Flüssigkeiten zu Grunde liegen. Sie sind chemischer Natur, hängen aber freilich in den meisten Fällen selbst wieder von anderen, zum Theil noch unbekannten, Veränderungen der physiologischen Functionen ab.

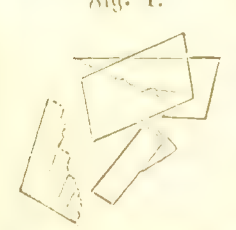
Die gebildeten Niederschläge sind theils krystallinisch, theils amorph, d. h. sie bilden, mikroskopisch untersucht, eine unbestimmte, feinkörnige Masse, an deren Elementen man auch bei Anwendung der stärksten Vergrößerungen keine deutlich krystallinische Structur wahrnehmen kann. In manchen Fällen erscheinen sie als Incrustationen von festen Körpern, die sich zufällig in der Flüssigkeit befinden, aus welcher sie sich ausgeschieden haben. So findet man in Urinsedimenten nicht selten abgestoßene Epithelialzellen mit einem Ueberzuge von phosphorsaurem Kalk oder harnsaurem Ammoniak. Der Ueberzug verdeckt oft den eingeschlossenen Körper vollständig und man wundert sich über die regelmäßige, scheinbar organische Form des Concrementes, bis ein Zusatz von Säure, welcher den unorganischen Ueberzug auflöst und das formgebende Gebilde isolirt zur Anschauung bringt, das Räthsel löst.

Die einfachste Form dieser Concretionen bilden lose, bald einzeln, bald in großen Massen vorkommende, wohl auch in Gruppen vereinigte Krystalle, gewöhnlich mikroskopisch, seltner schon dem unbewaffneten Auge sichtbar, welche sich in verschiedenen Flüssigkeiten oder zwischen den Elementartheilen der von ihnen durchtränkten Gewebe finden. Manche von diesen Krystallen kommen schon im Normalzustande vor, so die von **Ehrenberg** zuerst beschriebenen Krystalle, welche man am Schädel und den Rückenwirbeln der Reptilien, an den Austrittsstellen der Nerven beobachtet, die im Gehörorgane befindlichen Krystalle, der Hirnsand in der Zirbeldrüse — die meisten dagegen verdanken ihre Entstehung abnormen Einflüssen der oben genannten Art, sie gehören daher zu den pathologischen Bildungen im weitern Sinne des Wortes, wenn gleich ihre Entstehung und Anwesenheit sich selten durch wahrnehmbare Erscheinungen

von Kranksein kund giebt. Die häufigsten dieser pathologischen Krystallbildungen sind folgende: [1])

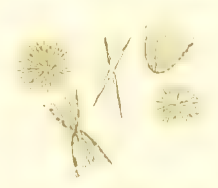
1) Krystalle von Cholestearin (Gallenfett — Fig. 1), farblose, rhombische Tafeln, oft treppenförmig, bisweilen mit abgerundeten Ecken, unregelmäßig, ausgefressen und wie macerirt erscheinend. Sie lösen sich nicht in Wasser, Säuren und Alkalien, wohl aber in Alkohol und Aether. Ihr Vorkommen ist ein sehr häufiges; man findet sie bald einzeln, bald in großer Anzahl in der Galle, im Meconium, in der hydropischen Flüssigkeit, namentlich bei Hydrocele, in Hydatiden [2]), im Eiter, in den meisten Balggeschwülsten; aber auch im Innern von organisirten pathologischen Bildungen, so im Markschwamm, im Atherom der Aorta, beim Struma in der Glandula thyreoidea. Sie bilden ferner den Hauptbestandtheil der meisten Gallensteine.

Fig. 1.



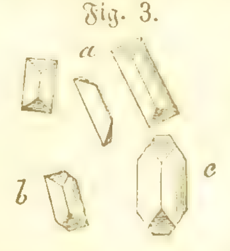
2) Krystalle von Margarin und Margarinsäure (beide zeigen dieselbe Krystallform). Farblose Nadeln, gewöhnlich zu Gruppen verbunden, die bald Sterne, bald Büschel oder Garben bilden (Fig. 2), sind unauflöslich in Wasser, leicht löslich in Aether. Man findet sie am häufigsten in den Fettzellen, bisweilen schon im Normalzustande, häufiger aber nach pathologischen Einflüssen, vorzüglich in gangränösen Theilen. Auch in pathologisch neugebildetem Fettzellgewebe, in Lipomen erscheinen sie oft sehr zahlreich, so daß sie bisweilen alle Fettzellen erfüllen [3]).

Fig. 2.



3) Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia (Fig. 3). Ihre (hemiedrische) Grundform ist die dreiseitige Säule mit Abstumpfung beider der einen Seitenkante entsprechenden Ecken (Fig. 3 *a*); als Modificationen dieser Form erscheinen zwei weitere einander entsprechende Ecken abgestumpft (Fig. 3 *b*), oder es sind auch die zwei noch übrigen Ecken abgestumpft (Fig. 3 *c*). Seltner zeigen diese Krystalle eine noch complicirtere Form [4]). Sie sind unlöslich in Wasser und alkalischen Flüssigkeiten, lösen sich aber sehr leicht in Säuren. Diese Krystalle sind außerordentlich häufig und bilden sich aus dem oben angeführten Grunde überall, wo mit irgend einer Flüssigkeit des thierischen Körpers freies Ammoniak in Berührung kommt. Bei Leichen und Theilen derselben erscheinen sie mit beginnender Fäulniß in allen Geweben in großer Menge [5]). Auch im Stuhl finden sie sich fast immer, namentlich in flüssigen Stuhlentleerungen. Pathologisch treten sie vorzüglich im Urin auf, wenn dieser aus irgend einem Grunde ammoniakalisch geworden ist.

Fig. 3.



---

[1]) Gluge Anatom. mikrosk. Untersuch. Heft 1. 1838. beschreibt deren S. 90. eine große Anzahl und giebt auf T. IV. und V. eine große Menge Abbildungen, jedoch ohne alle näheren Bestimmungen ihrer Natur und chemischen Zusammensetzung.

[2]) Ich vermuthe, daß auch die von Gluge (a. a. O.) auf T. IV. unter Fig. 107 — 110 abgebildeten rechtwinklichen Krystallblättchen aus Hydatiden Cholestearinkrystalle sein sollen. Wenigstens habe ich in den vielen von mir untersuchten Hydatiden nie rechtwinkliche Krystalltafeln, wohl aber immer rhombische Tafeln von Cholestearin gefunden.

[3]) Vgl. die Icones histol. path. T. 11.

[4]) Vgl. die Icones histol. path. T. 26. f. 5.

[5]) Vgl. Harrison in Fricke u. Oppenh. Zeitschr. 1836. Bd. 2. S. 510.

4) Krystalle von Harnsäure, im Urin vorkommend, bilden rhombische Tafeln, mit oder ohne Abrundung der stumpfen Seitenkanten, häufig zu rosettenartigen Gruppen vereinigt (Fig. 4). Oft sind sie durch Urinfarbestoff roth oder rothbraun gefärbt. Lösen sich nicht in Wasser und Säuren, wohl aber in Alkalien.

Fig. 4.

Dies sind diejenigen Substanzen, welche in den thierischen Flüssigkeiten, namentlich in denen des menschlichen Körpers, am häufigsten als ausgebildete Krystalle vorkommen. Andere viel seltner erscheinende Krystalle sind: nadelförmige Krystalle von Cystin im Urin, oktaedrische Krystalle von oxalsaurem Kalke ebendaselbst, vorzüglich nach dem Genusse von oxalsäurehaltigen Pflanzen; Krystalle von schwefelsaurer Magnesia im Stuhl nach dem innerlichen Gebrauche dieses Mittels. Andere Substanzen, die ebenfalls häufig als pathologische Niederschläge vorkommen, bilden mehr krystallinische Massen, ohne deutliche, charakteristische Krystallformen; so die Kalksalze, namentlich der phosphorsaure Kalk. Noch andere, meist mikroskopische, Krystalle erscheinen erst dann, wenn man thierische Flüssigkeiten verdunsten läßt. Hieher gehören viele von Gluge beschriebene Krystallformen.

Diese Krystalle sind die Ausgangspunkte, gewissermaßen die frühesten Stadien und ersten Anfänge der eigentlichen Concretionen oder Steinbildungen, welche sich durch eine bedeutendere Größe und ein in der Regel weniger deutliches krystallinisches Gefüge von jenen unterscheiden. Wir wollen hier nur die wichtigsten derselben nach ihren chemischen und morphologischen Verhältnissen kurz betrachten.[1])

1) Harnconcretionen, Harnsteine, bilden sich als Niederschläge aus den Bestandtheilen des Harnes entweder primär aus einem der früher angeführten Gründe, oder secundär um einen fremden Körper (Schleim, geronnenes Blut, Faserstoffcoagula), der als Kern auftritt, in den Nieren, den Harnleitern, der Blase, der Harnröhre. Man unterscheidet größere Harnconcretionen (Harnsteine) und kleinere, welche in großer Anzahl mit dem Urine ausgeleert werden (Harngries). Die chemischen Bestandtheile, welche in ihre Zusammensetzung eingehen, sind: Harnsäure, harnsaures Ammoniak, oxalsaurer Kalk (Maulbeersteine), phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Ammoniakmagnesia, Cystin, Harnoxyd, kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia, Kieselerde. Sie bestehen bald nur aus einer dieser Substanzen, bald aus mehreren, die oft in concentrischen Schichten miteinander abwechseln. Bald sind sie deutlich krystallinisch, bald mehr erdig. Immer sind neben diesen Salzen auch indifferente organische Materien (Schleim) in größerer oder geringerer Menge zugegen, aber nie zeigen diese Concretionen eine organische Structur.

Verschieden von den bisher betrachteten Harnsteinen sind in Bezug auf ihre Bildung und Zusammensetzung die viel seltner beobachteten (Marcet), welche vorzugsweise aus organischen Bestandtheilen indifferenter Natur, wahrscheinlich aus Proteinverbindungen bestehen. Man darf vermuthen, daß sie aus Blut oder aus Faserstoffexsudat entstehen, welches durch einen pathologi-

[1]) Das Genauere, namentlich die chemische Zusammensetzung derselben Betreffende siehe in folgenden Werken:
Berzelius, Lehrbuch der Chemie. 4te Aufl. Bd. 9.
Leop. Gmelin's Chemie. Bd. 2. Abth. 2.
Scharling, de chemicis calculorum rationibus. Hauniae 1839.
G. O. Rees, Anleitg. z. chem. Untersf. des Bluts, Harnes u. d. Harnsteine. A. d. Engl. Leipzig. 1837.

schen Vorgang in die Harnwege gelangt, dort gerinnt und zu einer festen Masse wird, die wegen ihrer Größe nicht ausgeleert werden kann, sondern zurückbleibend eine Concretion bildet. Es wäre dann wohl dem Einfluß der umgebenden Körpertheile zuzuschreiben, daß sie sich nicht, wie es außerhalb des Körpers der Fall sein würde, zersetzt und in Fäulniß übergeht. Genauere, mikroskopische Untersuchungen solcher Harnconcretionen fehlen, es ist daher unbekannt, ob und bis zu welchem Grade sie sich organisiren können. Ich hatte Gelegenheit, eine diesen Harnconcretionen ähnliche Masse aus der Höhle der Gebärmutter einer Kuh zu untersuchen. Die Masse hatte das Aussehen und die Consistenz von frischem Käse, war aber von intensiv gelber Farbe und entwickelte einen penetranten Geruch, der an Buttersäure erinnerte. Unter dem Mikroskope zeigte sie eine deutliche, wiewohl unvollkommene Zellenbildung. Alkohol zog viel Fett aus und hinterließ die zurückbleibende Substanz ungefärbt. Diese gehörte ihrem chemischen Verhalten nach wahrscheinlich zu den Proteinverbindungen.

Die in der menschlichen Prostata vorkommenden Concretionen sind in der Regel durch ein sehr deutliches krystallinisches Gefüge ausgezeichnet. Sie finden sich in den (gewöhnlich erweiterten) Gängen der Drüse, sind klein, oft polyedrisch und wie facettirt, gelblich braun, glänzend; ihre Bruchstücke deutlich krystallinisch.[1]) Sie bestehen hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk.

2) Speichelsteine, Concretionen, die sich in den Speicheldrüsen, vorzüglich in den Ausführungsgängen derselben bilden. Sie sind gewöhnlich von erdiger Beschaffenheit, nicht krystallinisch und bestehen hauptsächlich aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk, durch thierische Materien verbunden, also aus Substanzen, welche durch die im Normalzustande alkalische Beschaffenheit des Speichels aus demselben gefällt werden. Doch sind die eigentlichen Bedingungen ihrer Entstehung noch unbekannt. Mit ihnen kommt der sogenannte Weinstein der Zähne in jeder Hinsicht überein. Er entsteht offenbar durch einen, nicht eigentlich pathologisch zu nennenden Niederschlag von Kalksalzen aus dem Speichel, der nur an den übrigen Theilen der Mundhöhle deßwegen nicht deutlich wird, weil die davon überzogenen Epithelialzellen sich im Normalzustande beständig abstoßen und erneuern. Daß aber eine solche Incrustation mit Kalksalzen auch bei diesen stattfindet zeigt der Zungenbeleg bei gastrischen Krankheiten, wo man oft die in zusammenhängenden Schichten sich ablösenden Epithelialzellen mit einem feinkörnigen Niederschlage von Kalksalzen bedeckt, ja überzogen findet.

3. Gallenconcretionen, Gallensteine, finden sich am häufigsten in der Gallenblase, seltner in den Gallengängen der Leber, noch seltner im Darmkanal, wohin sie durch den Ductus choledochus gelangen. Sie zeigen sehr verschiedene physikalische Eigenschaften: bald sind sie weich, einem steifen Teige oder weichem Wachse ähnlich und lassen sich wie dieses zwischen den Fingern kneten: dann zeigen sie eine rothbraune Farbe mit vielen weißen Punkten und bestehen mikroskopisch untersucht aus einem mechanischen Gemenge von Cholestearinkrystallen und Farbestoffen der Galle[1]). Häufiger sind sie fest, doch immer noch so weich, daß man sie mit dem Messer schaben kann. Ihre Form ist die runde, die elliptische, oder sie werden, wenn viele zugegen sind, durch gegenseitige Abplattung eckig und polyedrisch. In Bezug auf ihre Farbe und sonstigen physikalischen Eigenschaften unterscheidet man: krystallinische, fast

---

[1]) S. Icones histol. path. Taf. 23. Fig. 5.

[2]) S. Icones histol. pathol. Taf. 11. Fig. 5.

farblos, an den Kanten durchscheinend, auf dem Bruch strahlig; sie bestehen hauptsächlich aus Cholestearin — dunkle Gallensteine von dunkelbrauner oder grünschwarzer Farbe und mehr erdigem Bruch, bestehen hauptsächlich aus Gallenfarbestoff — nicht krystallinische Gallensteine von seifenartigem Ansehen und concentrisch-schaligem Gefüge — Gallensteine, die aus abwechselnden weißen Schichten von Cholestearin und dunkelgelben von Gallenfarbestoff bestehen. Die beiden letzten Arten sind die häufigsten. Die wesentlichen chemischen Bestandtheile der menschlichen Gallensteine sind Cholestearin und Gallenfarbestoff mit etwas Schleim; diesen sind bisweilen noch Margarin und margarinsaure Salze, kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk in geringen Verhältnissen beigemischt. Das quantitative Verhältniß dieser verschiedenen Substanzen zeigt sich jedoch sehr wechselnd. In den Gallensteinen der Thiere haben oft die letzteren Bestandtheile das Uebergewicht über die ersteren. Alle diese Substanzen finden sich bereits in der normalen Galle, aber in verhältnißmäßig geringer Quantität: unter gewissen Bedingungen, wahrscheinlich wenn ihre Quantität pathologisch vermehrt ist oder wenn zugleich mechanische Verhältnisse den Abfluß der Galle beschränken oder verhindern, fallen diese nur locker gebundenen Stoffe nieder und bilden Concretionen. Dies scheint vor der Hand die wahrscheinlichste Erklärung von der Bildung der Gallenconcretionen.

4) Concretionen, welche sich innerhalb des Darmkanals bilden, sogenannte Magen- und Darm-Steine, sind bei den meisten Thieren sehr häufig, beim Menschen dagegen etwas seltner. Sie zeigen eine große Mannigfaltigkeit in Bezug auf chemische Zusammensetzung und morphologische Anordnung; ebenso mannigfaltig ist die Art ihrer Entstehung, sind es die Ursachen, denen man ihre Bildung zuschreiben muß. Ihre Hauptarten sind folgende: a. Darmconcretionen, welche hauptsächlich aus Kalk und Magnesiasalzen, namentlich phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk bestehen, zu denen bisweilen noch unverdaute Speisereste, vorzüglich Pflanzenzellen hinzukommen, haben gewöhnlich einen fremden Körper als Kern und sind als chemische Niederschläge aus den Darmflüssigkeiten, als chemisch-mechanische Incrustationen von fremden, zufällig in den Darmkanal gekommenen Körpern zu betrachten. Beim Menschen finden sie sich am häufigsten innerhalb des Processus vermiformis, offenbar aus mechanischen Gründen, weil sich einmal gebildete Niederschläge in diesem engen, blind geendigten Kanal leichter anhäufen und zu Concretionen vereinigen können, als in dem eigentlichen Darmrohr, in welchem Niederschläge sowohl als fremde Körper, wenn sie nicht sehr groß sind, durch die peristaltische Bewegung des Darmes und den Druck seines Inhaltes nothwendig nach unten gedrängt und nach kurzer Zeit mit den Faeces ausgeleert werden. Diese Concretionen sind entweder erdig, locker und porös, oder sie bestehen aus dünnen, concentrisch schaligen Schichten; seltner zeigen sie ein mehr krystallinisches Gefüge.

b. Darmconcretionen, welche hauptsächlich aus unverdaulichen Speiseresten bestehen, zeigen scheinbar einen organisirten Bau, aber nur darum, weil ihre Bestandtheile organischen Ursprungs sind. Am häufigsten bestehen sie aus Pflanzenresten, aus den unverdaulichen Holzfasern der Speise, des Futters, so namentlich die häufigen Darmconcretionen der mit Kleien gefütterten Müllerpferde. Auch Haare gehen häufig in ihre Zusammensetzung ein, ja bilden oft das ganze Concrement, wie in den Haarballen (Aegagropilae) des Rindviehes, der Ziegen, Gemsen. Bei fleischfressenden Thieren findet man in ihnen auch unverdaute Reste von Knochen, welche unter dem Mikroskop noch ganz die Structur von mit Säuren behandelter Knochensubstanz zeigen, so in einem

von mir untersuchten Concrement aus dem Mastdarme eines Hundes. Die Entstehung dieser Concretionen beruht ohne Zweifel auf mechanischen Gründen, die genannten Speisereste, in ungewöhnlich großer Menge angehäuft oder ungewöhnlich lange im Darmkanal zurückgehalten, ballen sich zusammen und werden durch Niederschläge von Kalk- und Magnesiasalzen aus der Darmflüssigkeit zu Concretionen verbunden. Daher schließen sich diese Concremente beim Vorwalten der genannten Salze unmittelbar an die unter a. beschriebenen an. Beim Menschen sind Concretionen dieser Art seltner, haben aber bisweilen ganz merkwürdige Bestandtheile; so bestand ein von Ikin beschriebenes[1]) Darmconcrement, das sich bei einem 34jährigen Manne um einen Kirschkern gebildet hatte, neben phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniakmagnesia hauptsächlich aus Rhabarberfarben!

c. Darmconcretionen aus Fett, Fettsäuren und fettsauren Salzen (Lassaigne, Robiquet). Ueber ihre Entstehung ist nichts bekannt; man kann nur vermuthen, daß sie sich aus zurückgehaltenem unverdauten Fett aus den genossenen Speisen bilden, oder kann annehmen, die fettige Substanz, aus der sie bestehen, wurde vom Darmkanal abgesondert. Doch scheint mir die letztere Annahme sehr wenig Wahrscheinlichkeit zu haben.

d. Darmconcretionen, welche aus Faserstoff bestehen, kommen mit den aus Proteinverbindungen bestehenden Harnsteinen in jeder Hinsicht überein und sind, wie jene, wahrscheinlich immer amorph oder zeigen höchstens Spuren von Zellenbildung. Das Material zu ihrer Bildung liefert entweder geronnenes Blut oder Faserstoffexsudat.

5. Neben den bisher genannten kommen noch in einigen anderen Flüssigkeiten Concretionen vor, die aber weniger häufig und auch noch weniger bekannt sind. So die Concretionen, welche sich in den Thränendrüsen und Thränenkanälen bilden (Thränensteine), bestehen hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk und bilden sich ohne Zweifel durch Niederschläge aus der Thränenflüssigkeit unter noch nicht hinlänglich bekannten Umständen. Aehnliche Concretionen bilden sich bisweilen auch in der Nasenhöhle und den Kanälen der Bronchien, wahrscheinlich Niederschläge aus den natürlichen Flüssigkeiten dieser Kanäle.

Alle bisher betrachteten Concretionen (die aus Proteinverbindungen bestehenden ausgenommen) bilden sich aus den Secretions- und Excretions-Flüssigkeiten des menschlichen und thierischen Körpers; ihre Entstehung läßt sich zunächst auf chemische und mechanische Ursachen, oder auf eine Combination von beiden zurückführen, wenn gleich die letzten Gründe ihres Auftretens meistens noch in Dunkel gehüllt sind und in tiefer liegenden pathologischen Processen gesucht werden müssen. An sie reihen sich gewisse, nicht organisirte Gebilde, deren Entstehung auf der Bildung eines neuen, vorher gar nicht vorhandenen, erst durch einen pathologischen Proceß hervorgerufenen Absonderungsorganes beruht. Dies ist der Fall bei den krystallinischen Massen von Cholestearin, welche den Inhalt vieler Balggeschwülste bilden (s. das Nähere weiter unten bei den Balggeschwülsten). Hieher gehören ferner die nicht seltenen Kalkablagerungen in den Hydatiden und in den elliptischen Bälgen, welche die Trichina spiralis umgeben.

Die zweite große Abtheilung der thierischen Concretionen begreift diejenigen, welche, im Gegensatz zu den bisher betrachteten, nicht in Höhlen und Kanälen des Körpers, sondern im Parenchym der Organe vorkommen und als

---

[1]) Fricke und Oppenh. Zeitschr. 1836. S. 236. Valentin's Repertor. 1837 S. 118.

deren Bildungsmaterial nicht specifische Flüssigkeiten, sondern das Blut oder richtiger die allgemeine Ernährungsflüssigkeit betrachtet werden muß. Der Typus oder Modus ihrer Bildung kann ein doppelter sein:

a. in dem Parenchym gewisser Organe, zwischen den unveränderten Elementartheilen ihres Gewebes, lagern sich unmittelbar aus der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit gewisse, der Organisation unfähige, Stoffe in krystallinischer oder nicht krystallinischer Form ab;

b. gewisse krankhafte Ablagerungen in das Parenchym von Organen, zwischen die Elementartheile ihres Gewebes, Ablagerungen, die sich im Allgemeinen auf die Exsudation eines mehr oder weniger veränderten Blutplasma zurückführen lassen, erleiden eine allmälige Umwandlung. Die thierische organisationsfähige Materie derselben wird verflüssigt und resorbirt, während die der Organisation unfähigen Theile derselben (Salze ꝛc.) zurückbleiben und Concretionen bilden. Diese können dann auf die unter a. beschriebene Weise, durch unmittelbare Ablagerung von Salzen ꝛc. aus der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit, verstärkt und vergrößert werden und so die beiden Bildungstypen sich mit einander verbinden.

Alle Concretionen der Art haben mit Ausnahme einiger später zu betrachtenden eine sehr große Aehnlichkeit in ihrer chemischen Zusammensetzung und morphologischen Anordnung. Sie zeigen in einer oft vorherrschenden, oft ganz zurücktretenden Grundlage von geronnenem Faserstoff Ablagerungen von phosphorsaurem Kalk, kohlensaurem Kalk, phosphorsaurer Ammoniakmagnesia und kohlensaurer Magnesia (daneben geringe Quantitäten anderer Salze) in sehr verschiedenen Verhältnissen, mit Vorwalten des einen oder andern Bestandtheiles. Doch zeigt ihre morphologische Anordnung bei Gleichheit des Principes vielfache Verschiedenheiten im Einzelnen. Die aus Faserstoff oder überhaupt aus Proteinverbindungen bestehende Grundlage ist bald vollkommen amorph, bald zeigt sie verschiedene Stufen von Organisation; die Salze sind entweder amorph-körnig, oder mehr oder weniger deutlich krystallinisch. Ebenso ist das Verhältniß dieser Concretionen zu den Elementartheilen des Gewebes, in der sie abgelagert sind, ein verschiedenes. Am häufigsten sind sie zwischen die histologischen Elemente des letztern eingestreut, ihre Zwischenräume ausfüllend, und wenn sie durch mechanische oder chemische Mittel entfernt sind, bleibt das ursprüngliche Gewebe des Theiles in seiner normalen Beschaffenheit allein übrig. Bisweilen bilden sie Incrustationen der normalen Gewebselemente und haben dann eine sehr regelmäßige, scheinbar organische Form. So die Concretionen im Plexus choroideus der Hirnventrikel, welche aus sehr regelmäßigen mikroskopischen Kugeln bestehen, ohne Zweifel incrustirten organischen Zellen [1]). In seltenen Fällen zeigt die Masse der Concretion selbst Spuren eines organischen Baues, sie bildet gewissermaßen den Uebergang zu den pathologischen Neubildungen von wahrer Knochensubstanz und möchte als eine niedere Stufe von Knochenbildung, als ein unvollkommener Versuch derselben zu betrachten sein [2]).

Die letzte Ursache der Entstehung dieser Concretionen ist im Allgemeinen sehr dunkel, wir wissen nicht, welche Gründe eine örtliche Ablagerung unauflöslicher Stoffe oder Salze aus der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit hervorrufen: ebenso wenig wissen wir, wodurch es bewirkt wird, daß von einer ausgeschiedenen Partie Blutplasma die bildungsfähigen Theile resorbirt werden

---

[1]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 8.

[2]) Vgl. Valentin's Repertor. Bd. 1. S. 322 ff.

und die nichtbildungsfähigen, in den gewöhnlichen Körperflüssigkeiten unauflöslichen, als Concretion zurückbleiben. Doch läßt sich vermuthen, daß ein übermäßiger Gehalt des Blutes an solchen Salzen, wie er vielleicht krankhaft in verschiedenen Lebensaltern und naturgemäß im hohen Alter vorkommt, die Bildung solcher Ablagerungen begünstigt: indessen fehlen hierüber umfassende Untersuchungen. Die Erfahrung lehrt ferner, daß alle krankhaften Vorgänge, welche eine örtlich vermehrte Exsudation von Blutplasma bedingen oder in ihrem Gefolge haben, auch die Bildung solcher Concretionen, auf die unter b. beschriebene Weise veranlassen können. Dies gilt gewiß von der Entzündung, wo das durch sie gesetzte Exsudat außer anderen, an einem andern Orte beschriebenen Veränderungen (s. d. Artikel Entzündung) auch durch allmäliges Verschwinden der Proteinverbindungen und Zurückbleiben oder vermehrte Ablagerung von Kalksalzen in eine Concretion übergehen kann; es gilt ferner von den Tuberkeln, bei denen der Uebergang in Concretionen, ihre sogenannte Verknöcherung, kein ungewöhnlicher Ausgang ist (s. weiter unten bei den Tuberkeln). Aber dies sind nur Andeutungen, Spuren, die uns vielleicht später der Wahrheit näher bringen: die letzte Bildungsursache der Concretionen, die Ursachen und Bedingungen, warum in speciellen Fällen gerade sie und keine anderen pathologischen Neubildungen entstehen, ist so gut wie ganz unbekannt.

Concretionen der Art können so ziemlich in allen Theilen des Körpers vorkommen. Man hat sie beobachtet in der Schilddrüse, im Herzbeutel, in den Klappen des Herzens, in den Wandungen der Arterien, im Innern der Venen (Venensteine), in der Lunge, den Bronchialdrüsen, in den verschiedensten Lymphdrüsen, im Ovarium, im Zellgewebe, in den Muskeln u. s. w. Ihre chemische Zusammensetzung und morphologische Anordnung ist im Allgemeinen überall dieselbe; sie wechselt nur in den oben angegebenen Grenzen. Wir wollen daher nur ein paar Fälle, als Typen dieser Art, genauer beschreiben:

Die Valvula mitralis im Herzen eines an Alveolarkrebs des Duodenum verstorbenen Mannes war, wie man sich gewöhnlich, aber fälschlich ausdrückt, verknöchert, d. h. es hatte sich in ihrem Innern eine feste, steinige Concretion gebildet. Unter dem Mikroskop erschien die Masse des Concrementes als eine Ablagerung von farblosen durchsichtigen Krystallen oder unbestimmt krystallinischen Partien in den Zwischenräumen der Membranen und Fasern, welche im Normalzustande die Klappe bildeten. Durch Salzsäure wurden die krystallinischen Partien des Concrementes unter Gasentwicklung aufgelös't [1]) und das nun deutlich erkennbare normale Gewebe der Valvula blieb allein übrig. — Concretionen in den Lungen, sogenannte Lungensteine, sind von verschiedener Größe, meist zackig und von unregelmäßiger Form, haben aber platte Oberflächen und liegen frei im Lungengewebe, ohne allen organischen Zusammenhang mit demselben. Unter dem Mikroskop erscheinen sie als dunkle, amorphe körnige Massen: in Säuren lösen sie sich unter Gasentwicklung, und der Rückstand, der membranös-amorph erscheint, besteht aus organischer Substanz [2]).

Diese Beschreibungen passen auf die meisten Concretionen der Art; nur einige derselben machen eine Ausnahme von der Regel und verdienen eine besondere Betrachtung:

Die sogenannten atheromatösen Ablagerungen in den Arterien, namentlich in der Aorta, unregelmäßige Schichten von gelblichweißer Farbe und geringer,

---

[1]) Eine Abbildung der histologischen Anordnung eines ähnlichen Concrementes s. in Icones hist. path. Taf. 22. Fig. 8.

[2]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 15. Fig. 7.

fast breiartiger Consistenz, oft mit gleichzeitigen Kalkablagerungen verbunden, bestehen wesentlich aus Ablagerungen von tafelförmigen Cholestearinkrystallen zwischen das elastische Gewebe jener Gefäße, vorzüglich zwischen die inneren Schichten derselben. Die sogenannten Gichtknoten, welche sich bei Gichtkranken an den Extremitäten, besonders in der Nähe der Gelenke, bilden, stellen im trocknen Zustande weiße, leichte, poröse, dem Meerschaum ähnliche Massen dar, deren Substanz hauptsächlich aus harnsaurem Natron besteht. Histologisch unterscheiden sie sich nicht von den übrigen Concrementen: wie diese werden sie zusammengesetzt von feinkörnigen, seltner krystallinischen Massen, welche zwischen die unveränderten Elementartheile des ursprünglichen Gewebes eingeschoben sind.

B. Organisirte oder organisationsfähige pathologische Neubildungen. Sie unterscheiden sich wesentlich von den eben erwähnten nicht organisirten Geweben. Diese letzteren sind Krystalle und krystallinische Massen, oder, wenn sie amorph, beschränkt sich ihre ganze Entwicklungsfähigkeit darauf, daß sie aus jenem Zustande in den krystallinischen übergehen können; sie bestehen ferner größtentheils aus sogenannten unorganischen Verbindungen, vorzugsweise aus Salzen, nur bisweilen sind diesen Salzen auch Proteinverbindungen beigemischt, aber damit machen sie bereits den Uebergang zu den organisirten oder organisationsfähigen Geweben.

Diese hingegen sind deutlich organisirt, ähnlich den normalen Geweben des thierischen Körpers, und wo sie nicht organisirt, sondern amorph erscheinen, haben sie wenigstens die Fähigkeit nach bestimmten Gesetzen der Entwicklung in organisirte Gebilde überzugehen. Zu ihnen gehört bei weitem die Mehrzahl aller pathologischen Bildungen: Alles, was man mit dem Namen Geschwülste bezeichnet, die Hypertrophien, die von der Natur wiederersetzten Theile verloren gegangener Gebilde, die Producte der Entzündung, der Eiter u. s. w.; doch verbinden sie sich, wie schon früher erwähnt wurde, nicht selten mit unorganisirten Ablagerungen, indem beide aus derselben Quelle hervorgehend, sich mit einander mischen.

Die einzelnen pathologisch erzeugten Gewebe sind unter einander ebenso verschieden, als die normalen Elementartheile des menschlichen Körpers, aber die Grundgesetze ihrer Entstehung und Entwicklung und die Art, wie sie sich zu den normalen Geweben verhalten, sind allen gemeinsam. Sie entstehen nämlich alle aus einem amorphen Bildungsstoff (Cytoblastem), nach den allgemeinen Gesetzen der organischen Entwicklung, nie durch Umwandlung eines bereits fertigen, ausgebildeten Gewebes (einige seltene, vielleicht nur scheinbare Ausnahmen von diesem Gesetz werden wir später betrachten). Sie entstehen ferner zwischen den bereits vorhandenen Elementartheilen der normalen Gewebe, sind diesen interponirt und schließen sie ein. Ferner entstehen sie aus den allgemeinen Bildungsflüssigkeiten und nicht aus specifischen, ausschließlich zu ihrer Erzeugung bestimmten Stoffen.

Die hierher gehörigen pathologischen Bildungen theilen die allgemeinen Gesetze ihrer Entstehung und Entwicklung mit den normalen Geweben, und diese sind, so weit man aus den bisherigen Beobachtungen schließen darf, fast in allen Fällen die der Zellentheorie. Ueberall ist zuerst ein einfacher Bildungsstoff (Cytoblastem) vorhanden: in diesem bilden sich Zellenkerne (Cytoblasten), und um diese entstehen Zellen. Diese Entstehung pathologischer Gewebe durch Zellenbildung läßt sich in vielen Fällen mit Bestimmtheit nachweisen, so bei der Regeneration des Zellgewebes, beim Markschwamm, beim Eiter. Bisweilen kann man sich überzeugen, daß

die Zellenkerne zuerst vorhanden sind, und die Zellenwände sich secundär um dieselben herumbilden, so häufig an den Eiterkörperchen, am Tuberkel[1]). In manchen Fällen ist mit der Entstehung von Zellen und ihrer vollständigen Entwicklung das pathologische Gewebe vollendet, in der Regel aber erleiden diese zuerstgebildeten (primären) Zellen noch weitere Veränderungen und es entstehen aus ihnen Elementartheile, welche nichts mehr von der ursprünglichen Zellenform an sich tragen. Gewöhnlich sind es dann die Zellenwände, welche in bleibende Theile des Organismus übergehen, seltner erfahren die Zellenkerne eine weitere Entwicklung, und noch seltner entstehen organisirte pathologische Gewebe, deren Entwicklung sich gar nicht auf eine Zellenbildung zurückführen läßt.

Dies ist kurz zusammengefaßt der wesentliche Vorgang bei der Entstehung aller organisirten pathologischen Bildungen. Einige Punkte dieses Vorganges verdienen jedoch eine etwas genauere Betrachtung.

Vor Allem haben die Verhältnisse des Cytoblastems, des Bildungsstoffes pathologischer Gewebe eine große Wichtigkeit. Es drängen sich uns hier sogleich die Fragen auf: woher kommt das Cytoblastem pathologischer Bildungen? welche physikalische Eigenschaften, welche chemische Zusammensetzung hat es, und durch welche Einflüsse wird sein Uebergang in die Entwicklung bedingt? Diese Fragen lassen sich nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen zwar nicht genügend, aber doch wenigstens einigermaßen beantworten.

Als Cytoblastem bei der normalen Ernährung und Gewebsbildung muß ohne Zweifel die allgemeine Ernährungsflüssigkeit betrachtet werden. Diese hat ihre Quelle im Blute, kommt in ihrer quantitativen chemischen Zusammensetzung mit dem Plasma des letztern überein und durchtränkt alle Gewebe des Körpers, selbst diejenigen, welche nicht unmittelbar von Blutgefäßen durchzogen werden (natürlich mit Ausnahme der Gebilde, welche nicht mehr wachsen, dem Stoffwechsel entzogen sind, wie die äußersten Schichten der Oberhaut, der Nägel und Haare). Dieselbe allgemeine Ernährungsflüssigkeit muß als das Cytoblastem von vielen pathologischen Bildungen betrachtet werden, namentlich bei jenen langsam entstehenden, ohne alle Krankheitserscheinung einhergehenden Hypertrophien einzelner Gewebe oder ganzer Organe, bei denen sich so schwer bestimmen läßt, wo das normale Verhalten aufhört und das Gebiet der Pathologie beginnt. In anderen Fällen läßt sich das Cytoblastem pathologischer Bildungen mit Bestimmtheit nachweisen. So wissen wir namentlich, daß die bei Entzündungen aus den Gefäßen ausgetretene faserstoffhaltige Flüssigkeit als Blastem der verschiedenartigsten pathologischen Bildungen auftreten kann (vgl. den Artikel Entzündung). Unsere bisherigen Erfahrungen berechtigen uns aber zu dem Schlusse, daß das Blastem aller pathologischen Bildungen in letzter Instanz immer aus dem Blute stammt. Was die Form und Beschaffenheit des Cytoblastems betrifft, so ist dasselbe entweder flüssig oder fest. Flüssige Cytoblasteme pathologischer Bildungen treten uns am häufigsten entgegen und aus später anzuführenden Gründen folgt, daß auch die festen Blasteme früher flüssig waren und in diesem Zustande abgesondert, erst später fest geworden sind. Alle flüssigen Cytoblasteme, die bisher untersucht wurden, enthielten ohne Ausnahme Proteinverbindungen: Flüssigkeiten, die zwar andere thierische Stoffe, aber keine Proteinverbindungen enthalten, wie die meisten Secrete, der

[1]) Vgl. die Icones histol. path. Taf. 3. Fig. 7. und Taf. 6. Fig. 1, 2. ff.

Urin, die Galle, können zwar als Bildungsmaterial für nicht organisirte pathologische Bildungen (Concretionen), nie aber als Cytoblastem für organisirte Gewebe auftreten. Erst wenn sich dem Urin Blutplasma beimischt, kann sich in ihm Eiter bilden. Proteinverbindungen, namentlich flüssiger Faserstoff, scheinen durchaus nothwendig für alle flüssigen Cytoblasteme, aus denen pathologische Neubildungen, welche zur Classe der organisirten gehören, hervorgehen sollen. Auch festen Cytoblastemen begegnen wir nicht selten, namentlich bei den Ausgängen der Entzündung, beim Skirrhus, bei Tuberkeln. Sie sind natürlich immer amorph, waren ursprünglich, bei ihrer Ablagerung, flüssig, und sind erst später, aber ehe noch die Entwicklung in ihnen begann, fest geworden, geronnen. Von den entzündlichen Exsudaten wissen wir, daß sie aus geronnenem Faserstoff bestehen. Die festen Cytoblasteme, welche bei Skirrhus und Tuberkeln vorkommen, stimmen in ihren morphologischen Eigenschaften, in ihrem chemischen Verhalten gegen Reagentien vollkommen mit jenen überein, auch sie bestehen also wahrscheinlich aus Faserstoff, wenigstens aus einer geronnenen Proteinverbindung. Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, von welchen Ursachen die Entwicklung des Cytoblastems pathologischer Bildungen abhängt? Ich habe mich schon bei der Entzündung hierüber ausgesprochen: was dort (S. 352 ff.) von der Entwicklung des entzündlichen Exsudats gesagt wurde, das gilt ebenso von der Entwicklung aller organisirten pathologischen Bildungen überhaupt. Die Entwicklungsfähigkeit (potentia) des Cytoblastems ist eine ihm wesentlich zukommende Eigenschaft, sie liegt schon in seinem Begriffe und wird ihm nicht etwa durch äußere Einflüsse erst übertragen. Die wirkliche Entwicklung desselben, der Uebergang der potentia in den actus, ist aber an äußere Bedingungen geknüpft und von ihnen abhängig. Diese Bedingungen sind theils allgemeine, eine gewisse mittlere Temperatur, die Gegenwart von Feuchtigkeit und Sauerstoff, theils besondere, nämlich die fortdauernde Lebenskraft des ganzen Individuums und des Körpertheiles, in welchem sich das Cytoblastem entwickelt. Eine andere Frage von besonderer Wichtigkeit ist die folgende. Hat ein bestimmtes Cytoblastem nur überhaupt die Fähigkeit, sich zu entwickeln, oder hat es die Tendenz, sich zu einem bestimmten Gewebe zu entwickeln, ist also mit der Natur und chemischen Zusammensetzung eines Cytoblastems auch schon die Natur und Beschaffenheit des entstehenden Gewebes gegeben oder nicht? Dieser Gegenstand ist natürlich für die Pathologie von der größten Wichtigkeit; denn wenn sich nachweisen ließe, daß ein bestimmtes Cytoblastem von gewissen morphologischen und chemischen Eigenschaften immer in Tuberkel, ein anderes von verschiedener, aber ebenso constanter Beschaffenheit immer in Markschwamm oder Skirrhus überginge, so wäre damit natürlich für die Kenntniß der Ursache, also auch für die Behandlung dieser Krankheiten viel gewonnen. Mit Bestimmtheit läßt sich diese Frage gegenwärtig noch nicht beantworten, aber überwiegende Gründe sprechen dafür, daß die Natur des später entstehenden Gewebes nicht von der Beschaffenheit des Cytoblastems abhängt, sondern durch später hinzutretende äußere Einflüsse bedingt wird. Ich konnte zwischen den Cytoblastemen von Tuberkeln, von Skirrhus, von Eiter, Zellgewebe u. s. w. nie einen morphologischen oder chemischen Unterschied auffinden und die Erfahrungen bei der Entzündung beweisen bestimmt, daß Exsudat (Cytoblastem) von denselben morphologischen und chemischen Eigenschaften, aus derselben Quelle herrührend unter verschiedenen Verhältnissen in die allerverschiedensten Gewebe übergehen kann. Auf die specielle

Entwicklung des Cytoblastems üben aber, wie aus den bisherigen Erfahrungen hervorgeht, hauptsächlich zwei Umstände einen sehr merklichen Einfluß aus. Einmal ist dies die Beschaffenheit der Gewebe, welche das Cytoblastem umgeben. Bei ungeschwächter Lebenskraft wird Cytoblastem zwischen Zellgewebe wieder zu Zellgewebe, zwischen organischen Muskelfasern zu Muskelfasern, in Berührung mit Knochen zu Knochenmasse u. s. w., ganz so wie es bei der normalen Ernährung der Fall ist. Bei der Betrachtung der einzelnen pathologischen Gewebe wird die allgemeine Gültigkeit dieses Gesetzes durch viele Beispiele nachgewiesen werden. Der zweite Umstand, welcher auf die specielle Entwicklung des Cytoblastems einen nachweisbaren Einfluß hat, ist der Stand der Lebenskraft des ganzen Organismus, in welchem ein Cytoblastem sich entwickelt. Bei geschwächten und dyskrasischen Individuen wird dasselbe Cytoblastem, welches bei normaler Lebenskraft zu normalen Geweben wird, in Pseudoplasmen, in Tuberkeln, Skirrhus u. dgl. übergehen. Bei Typhus, Gangrän kommt ein Cytoblastem entweder gar nicht zur Entwicklung, oder dieselbe bleibt sehr unvollkommen. Diese Erfahrungen zeigen, daß man die sogenannten Dyskrasien nicht, wie es so häufig geschieht und wie der dafür gewählte Namen fälschlich angiebt, aus einer chemischen Ursache, einer Abnormität in der Mischung der Säfte, erklären kann, sondern sie auf tiefer liegende dynamische Störungen, wahrscheinlich der Nervenkräfte, zurückführen muß.

Die weiteren Vorgänge bei der Entwicklung pathologischer Gewebe sind ganz dieselben, wie sie die Entwicklungsgeschichte der normalen Gewebe nachgewiesen hat. Gewöhnlich bilden sich zuerst in dem amorphen Cytoblastem Zellen und aus diesen gehen später die ausgebildeten Gewebe hervor. Nicht nur im allgemeinen Typus stimmt aber der Entwicklungsproceß von Geweben, die sich in Folge krankhafter Verhältnisse bilden, mit dem der normalen Körperbestandtheile überein; diese Aehnlichkeit reicht vielmehr bis in die kleinsten Details. So entsteht z. B. Zellgewebe in heilenden Wunden, in Geschwülsten ganz nach demselben Typus, wie bei der ersten Bildung im Embryo, es entsteht aus Zellen, die sich fadenartig verlängern oder, sich in leistenförmigen Streifen abschnürend, jede in ein Bündel von Fasern zerfallen; — bei Hypertrophien der Muskelhaut des Magens bilden sich die neuen, pathologisch hinzugekommenen Muskelfasern ganz eben so, wie die früher vorhandenen normalen: verlängerte Zellen stoßen mit ihren Spitzen zusammen, verschmelzen und bilden so die einfachen, nicht quergestreiften Fasern, wie sie die Muskelsubstanz des Darmkanales, des Uterus charakterisiren. Berücksichtigt man das Endresultat dieser Entwicklung, die aus ihr hervorgegangenen Gewebstheile, so zerfallen darnach alle organisirten pathologischen Bildungen in mehrere große Gruppen:

1) Sie bilden Gewebe, die auch auf ihrer höchsten Entwicklungsstufe nur aus isolirten oder durch eine sparsame amorphe Intercellularsubstanz verbundenen Zellen bestehen.

2) Sie zeigen, wiewohl aus Zellen hervorgegangen, nach ihrer vollständigen Entwicklung nichts mehr von der ursprünglichen Zellenform: die Zellen sind in Fasern oder andere zusammengesetztere histologische Elemente übergegangen.

3) Im ausgebildeten pathologischen Gewebe sind Zellen und solche Elemente, welche aus einer Weiterentwicklung der ursprünglichen Zellenform hervorgehen, wie Fasern, Blutgefäße u. dgl. mit einander gemischt.

Alle unter 2) gehörigen Gewebe kommen in ihren Elementen mit denen

der normalen Gewebe entweder vollkommen überein oder haben wenigstens mit ihnen die größte Aehnlichkeit. Sie werden auch wie diese ernährt, beharren, und stellen, einmal ausgebildet, meist bleibende Theile des Körpers dar. Dasselbe gilt nur von einem kleinen Theil der zu 1) gehörigen pathologischen Gewebe. Fast nur die durch pathologische Einflüsse verloren gegangenen und wiedergebildeten Epithelien gehören hierher. Sie stellen Aggregate von Zellen dar, welche zu normalen Zwecken des Körpers dienen und erst dann entfernt werden, wenn sie, durch neue gleichartige Elemente ersetzt, ihre Functionen bereits erfüllt haben. Bei weitem die Mehrzahl der zu 1) und 3) gehörigen Gewebe zeigen ein anderes Verhalten, zu dem wir unter den normalen Geweben nur unvollkommene Analogien finden. Bei ihnen trennen sich nämlich die Zellen, wenn sie ihre vollkommene Ausbildung erreicht haben, ja oft schon früher, von einander, zerfallen und werden als dem Organismus fremd gewordene Materien, entweder nach außen entleert, was meist gewaltsam, auf Kosten der sie umgebenden normalen Körpertheile geschieht, — oder sie werden zersetzt, verwandeln sich in eine structurlose, unbestimmt körnige, pulverige Masse, einen wahren organischen Detritus, der keiner weitern Organisation fähig, allmälig von den Flüssigkeiten des Körpers aufgelös't wird (so weit dies seiner chemischen Beschaffenheit nach möglich ist) und häufig gänzlich verschwindet. Hierher gehören vor Allem der Eiter und die Körnchenzellen, deren Verhältnisse schon im Artikel Entzündung ausführlich besprochen worden, ferner alle sogenannten bösartigen Geschwülste, deren letztes Schicksal nothwendig in einer Erweichung, einem Zerfallen besteht, und die weiter unten noch ausführlicher betrachtet werden.

Bei allen diesen pathologischen Gewebsbildungen ist die morphologische Entwicklung immer auf das engste mit einer chemischen Veränderung verknüpft. Schon mit der Bildung von Zellen in einem amorphen Cytoblastem hat das letztere eine chemische Differenzirung erlitten: die Zellenwände verhalten sich gegen Reagentien anders, als die Zellenkerne. Je weiter die Entwicklung vorschreitet, um so ausgeprägter wird auch die chemische Metamorphose, das ausgebildete Gewebe hat eine andere chemische Zusammensetzung, als das Cytoblastem, aus dem es hervorgegangen. Wenn ein Exsudat auf der Pleura z. B., das nachweisbar aus Faserstoff besteht, sich in eine Pseudomembran umgewandelt hat, die aus Zellgewebefasern zusammengesetzt ist, so findet sich in der letzteren kein Faserstoff mehr: er ist in Leim übergegangen, hat aber vorher, ehe er dazu wurde, eine ebenso große Menge von chemischen Metamorphosen durchgemacht, wie man aus dem wechselnden Verhalten gegen chemische Reagentien sieht, als er während seiner Entwicklung morphologische Phasen zu durchwandeln hatte. Diese chemischen Metamorphosen kommen bei der Entwicklung aller Gewebe vor, sie sind jedoch bis jetzt nur unvollkommen bekannt.

Wir gehen nach diesen allgemeinen Betrachtungen auf die speciellen Gewebe über, so weit sie der Pathologie anheimfallen. Man kann sie, zur leichtern Uebersicht in zwei Abtheilungen bringen, flüssige und feste pathologische Gewebe. Zu den flüssigen gehören: die hydropische Flüssigkeit (Hydrops serosus = Blutserum und H. fibrinosus = Blutplasma), ferner Eiter und Körnchenzellen. Sie wurden, so weit sie hierher gehören, schon in dem Artikel Entzündung betrachtet; wir beschränken uns daher hier auf die festen organisirten Neubildungen.

So bald man diese näher in's Auge faßt, zeigt es sich, wie wenig na-

türlich, wie gezwungen unsere meisten allgemein angenommenen medicinischen Eintheilungen und Bezeichnungen sind. Es giebt durchaus keine bestimmte Grenze zwischen der normalen Ernährung und der sogenannten pathologischen Neubildung, beide sind oft in ihren Processen sowie in ihren Ursachen einander ganz analog, und es hängt nur von zufälligen Umständen ab, welchen der beiden Namen wir auf einen gewissen Vorgang anwenden. Man betrachtet bei dieser Beurtheilung ziemlich unlogisch als leitendes Princip bald die Ursache, bald die Folgen. Wenn die Armmuskeln eines Mannes, der seine Arme zu kräftigen Anstrengungen gebraucht, sich verstärken, wenn sie, mit ihrem frühern Zustande verglichen, an Dicke und ohne Zweifel auch an Zahl der sie zusammensetzenden Muskelprimitivbündel zugenommen haben, so sieht Niemand darin einen pathologischen Zustand, eine Hypertrophie der Armmuskeln, weil hier keine schlimmen Folgen, keine Functionsstörungen zugegen sind. Begegnet uns aber dieselbe Zunahme in der Muskelsubstanz des Herzens, wo sie von derselben Ursache abhängt, auf dieselbe Weise entsteht, wie im ersten Falle, dann ist dies keine normale Ernährung mehr, es ist vielmehr eine pathologische Neubildung, eine Hypertrophie, und zwar bloß deßhalb, weil sie nicht wie im ersten Falle unschädlich ist, sondern schlimme Folgen für die Gesundheit und das Leben nach sich zieht. Diese Unterscheidungen sind zwar teleologisch richtig, aber höchst unlogisch. Ganz ähnlich trennen wir Gewebe, die auf dieselbe Weise und nach denselben Gesetzen, ja an demselben Orte entstehen, die geradezu identisch sind, nach teleologischen Verschiedenheiten in ihren letzten Ursachen. Wenn sich bei der Schwangerschaft der Uterus mit einer Exsudatschichte überzieht, so giebt dies ein normales Gewebe: dasselbe Exsudat wird zu einer pathologischen Neubildung, wenn es seinen Ursprung einer Metritis verdankt, und doch ist es in beiden Fällen derselbe Faserstoff, der nach denselben Gesetzen aus demselben Blutplasma gerinnt, welches dieselben Gefäße nach denselben physiologischen Gesetzen exsudirt haben!

Es erhellt hieraus, daß es vorzugsweise der praktische Gesichtspunkt war, unter dem man bisher die Verhältnisse der Gewebe betrachtete, und daß man unter pathologischen Geweben einmal alle die begriff, welche in ihren F o l g e n für den Körper und dessen Gesundheit nachtheilig werden, andrerseits aber auch die, welche nur ihrer U r s a c h e nach in das Gebiet der Pathologie gehören, indem sie in Folge von Wunden, von Substanzverlust entstehen und, indem sie den letztern ersetzen, dem Körper eher nützlich, als schädlich werden.

Diesem Eintheilungsprincip nach zerfallen die pathologischen Gewebe in folgende Abtheilungen (vgl. den Artikel E n t z ü n d u n g S. 350):

I. G e w e b e, die als Wiederersatz für verloren gegangene Körpertheile auftreten (R e g e n e r a t i o n). Diese sind:

1) v o l l k o m m e n gebildet; die neu entstandenen Theile gleichen in jeder Hinsicht, in ihren morphologischen, functionellen und chemischen Eigenschaften durchaus den verloren gegangenen Geweben, die sie ersetzen sollen.

2) Sie sind u n v o l l k o m m e n g e b i l d e t (N a r b e n), gleichen den Geweben, zu deren Ersatz sie bestimmt sind, nicht in jeder Hinsicht. Es giebt aber verschiedene Arten von Narben; die Narbe ist bisweilen nur v o r ü b e r g e h e n d, besteht nur so lange, als das neue Gewebe in seiner Entwicklung begriffen ist. Mit der Vollendung der letzteren wird das neue Gewebe dem alten vollkommen gleich und die Narbe ist verschwunden. Oder die Narbe ist b l e i b e n d: die neuen Theile bleiben unentwickelt, halbamorph

oder sie bestehen vorzugsweise aus Elementen von niederer physiologischer Dignität, hauptsächlich aus Zellgewebe und die im normalen Zustande im zerstörten Theile vorhanden gewesenen zusammengesetzteren Elemente, Nerven, Blutgefäße, Muskelfasern, Drüsen ꝛc. ersetzen sich gar nicht, oder viel sparsamer als vorher — woraus folgt, daß der neue Theil die Functionen des früher vorhandenen nur unvollkommen erfüllen kann.

II. Gewebe, deren Elemente nicht als Ersatz früher vorhandener und verloren gegangener Körpertheile auftreten, die vielmehr geradezu die Masse der in einem Organe bereits vorhandenen histologischen Elemente vermehren.

Will man noch genauer distinguiren, so lassen sich die hierher gehörigen pathologischen Gewebe vom anatomischen Standpunkt aus in zwei weitere Abtheilungen bringen, die aber nicht streng geschieden sind, sondern nur die beiden Endpunkte einer zusammenhängenden Formationsreihe bilden:

1) die neugebildeten Theile bilden ein Continuum mit den früher vorhandenen, lassen sich anatomisch nicht von denselben trennen, das auf diese Weise veränderte Organ ist vergrößert, an Masse vermehrt — Hypertrophie. Die Hypertrophie ist eine wahre, vollkommene, wenn die neugebildeten Gewebselemente, welche zwischen die alten, normalen eingeschoben sind, diesen histologisch vollkommen gleichen, so daß man auch durch die mikroskopische Untersuchung nicht mehr bestimmen kann, welche Theile ursprünglich sind und welche neu hinzugekommen. Falsch ist dagegen die Hypertrophie oder unvollkommen, wenn zwar die neuen pathologischen Elemente auf's innigste mit den alten normalen gemischt sind, ihnen aber histologisch nicht vollkommen gleichen. Die Unvollkommenheit der Hypertrophie kann ebenso wie bei der Narbe eine bleibende sein, oder eine vorübergehende; im letztern Fall ist sie unvollkommen, so lange ihre Elemente noch nicht vollkommen entwickelt sind; mit der vollständigen Ausbildung derselben geht sie in eine wahre über.

2) Die neuerzeugten Theile sind nicht, wie in der Hypertrophie, mit den früher vorhandenen auf das innigste verschmolzen, bilden vielmehr gesonderte, oft mehr oder weniger abgegrenzte, selbstständige, durch das anatomische Messer isolirbare Partien. Man nennt sie dann gewöhnlich »Geschwülste«; ein Ausdruck, der in anderem weiteren Sinne indessen auch die Hypertrophien, ja krankhafte Ansammlungen von Flüssigkeiten in sich begreift und daher durchaus keine bestimmte, scharf abgegrenzte Bedeutung hat.

Die Elemente dieser Geschwülste können, wie bei den wahren Hypertrophien, solche sein, welche bereits im normalen Körper vorkommen — dies charakterisirt im Allgemeinen die gutartigen Geschwülste. Diese stimmen in der Regel histologisch mit den Elementen der sie umgebenden normalen Gewebe überein. Oder die Elemente der Geschwülste sind eigenthümlich, verschieden von den normalen Geweben und haben überdies die Tendenz, auf einer gewissen Entwicklungsstufe zu zerfallen, oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, sich zu erweichen und aufzubrechen: — bösartige Geschwülste.

Die vorstehende Eintheilung ist eine sehr mangelhafte; sie möge einstweilen als einleitende Uebersicht für die folgenden Detailbeschreibungen genügen. Jeder Versuch einer schärfern Unterscheidung und der Begründung derselben setzt nothwendig Excurse auf das Feld allgemeiner pathologischer Fragen voraus, die uns hier zu weit von unserm eigentlichen Gegenstand abführen würden.

Alle pathologischen Neubildungen normaler Gewebe, wie sie uns als

Regeneration und Hypertrophie entgegentreten, erfolgen nach denselben Gesetzen, wie sie für die normale Ernährung gelten. Dies soll nun im Einzelnen nachgewiesen werden.

1) Epidermis und Epithelium. Bei den hierher gehörigen Geweben findet im Normalzustand bereits ein deutlicher Stoffwechsel, eine Auflösung oder Abstoßung von der einen, eine Neubildung von der andern Seite statt, deutlich ist dies namentlich bei den Arten derselben, welche aus mehren über einanderliegenden Zellenschichten bestehen (Epidermis, Pflasterepithelium). An der Seite, welche der unterliegenden Cutis oder Schleimhaut zugekehrt ist, entstehen beständig neue Zellen aus dem von den Gefäßen der Matrixe gelieferten Blastem: indem diese Schichten durch neu entstehende Zellen nach außen gedrängt werden, erleiden sie die aus der normalen Histologie bekannten Veränderungen und werden, an der äußersten Grenze angelangt, allmälig abgestoßen.

Ganz derselbe Proceß findet statt, wenn die Epidermis durch Wunden, Blasenbildungen, verloren gegangen ist. So lange in einem solchen Falle eine entzündliche Reizung besteht, verwandelt sich das von den Gefäßen der Cutis exsudirte Plasma in Eiter: in dem Maße aber, als die Entzündung abnimmt, hört die Eiterbildung auf und wird durch eine Bildung von Epidermoidalzellen ersetzt. Sind die Gefäße der Cutis verletzt, so daß eine Blutung eintritt, oder ist die Menge des exsudirten Plasma sehr groß, so gerinnt ein Theil dieser ergossenen Säfte, vertrocknet in Berührung mit der Luft, und bildet eine Kruste, einen Schorf, unter welchem sich allmälig die neue Epidermis heranbildet.

So lange die Cutis durch den pathologischen Proceß keine wesentliche Veränderung erleidet, gleicht die neugebildete Epidermis histologisch ganz der normalen, nicht nur in der Gestalt ihrer einzelnen Elemente, der Zellen und Zellenschichten, sondern auch in ihren übrigen Verhältnissen, ihrer Dicke, in der Anordnung der Oeffnungen für die Schweißdrüsen und Haare, in dem Verhältniß der äußeren, derberen Epidermoidalschichten zu den tieferen, dem sogenannten Rete Malpighii. Diese Verhältnisse ändern sich, wenn die Cutis Veränderungen erleidet, wie bei den meisten Narben. Wenn bei diesen, wie gewöhnlich, der Papillarkörper der Cutis, die in ihr wurzelnden Hautdrüsen und Haare nur unvollkommen wiedererzeugt werden, so fehlen auch in der Epidermis die zottigen Fortsätze des Rete Malpighii zwischen die Papillen, die röhrenförmigen Verlängerungen desselben in die Hautdrüsen und Haarwurzelscheiden, die kanalförmigen Oeffnungen, welche diesen Theilen entsprechen, in ihren dichteren Schichten.

Die meisten Veränderungen der Oberhaut bei Hautkrankheiten, welche bisher genauer untersucht wurden, beziehen sich durchaus auf solche allgemeine Verhältnisse, namentlich auf die des Wachsthumes, nicht aber auf die histologische Anordnung ihrer Elemente. Bei Psoriasis guttata z. B. fand ich die Epidermis histologisch ebenso zusammengesetzt, wie im Normalzustande. Wenn sich die Epidermis in kleienähnlichen Fragmenten abschilfert, zeigen diese letzteren denselben histologischen Charakter, wie die äußersten Schichten der normalen Epidermis. Die Ursache der Anomalie scheint hier mehr physiologischer Natur; die Metamorphose, welche die Epidermoidalzellen erleiden, erfolgt rascher als gewöhnlich, sie stoßen sich daher auch in schneller auf einander folgenden Zeiträumen, in größeren Partien ab, so daß dieser Zustand, der gewöhnlich nicht bemerkt wird, nun in die Augen fällt.

Das Gegentheil dieses Vorganges findet Statt bei den Verdickungen der Oberhaut, den Schwielen, Leichdornen, den hornartigen Auswüchsen. Sie entstehen, indem bei vermehrter Neubildung von innen her die Abschilferung der äußeren Schichten verringert oder wenigstens nicht vermehrt ist, so daß also hier mehr Schichten von modificirten Zellen übereinander liegen als im Normalzustande. Diese Verdickung betrifft vorzüglich die äußeren festen Schichten. Bei den Hühneraugen sind diese verdickten äußeren Schichten keilförmig in den Papillarkörper der Cutis eingesenkt und verursachen auf diese Weise durch mechanischen Druck die bekannten Schmerzen. Nur bei größeren hornartigen Auswüchsen ist nicht bloß die feste Epidermoidalsubstanz, sondern auch das Rete Malpighii verdickt.

Zu den pathologischen Neubildungen von Epidermis gehören auch die Fälle, wo sich das Epithelium von Schleimhäuten unter gewissen Umständen in eine feste, derbe Epidermis umwandelt; so beim Vorfall der Scheide, des Mastdarmes. — Diese Umwandlung darf um so weniger befremden, da das geschichtete Pflasterepithelium dieser Theile in seiner histologischen Zusammensetzung die größte Aehnlichkeit mit der Epidermis zeigt.

Wenn normale Epithelien verloren gehen, so erfolgt ihre Regeneration ganz nach denselben Gesetzen, wie ihre Ernährung und erste Entstehung: die Schleimhaut secernirt das Cytoblastem, in diesem entstehen primäre Zellen, die sich nach und nach in die für jede Art des Epithelium specifischen Zellen umwandeln. Es können aber pathologisch Epithelien auch an solchen Stellen gebildet werden, wo sie im Normalzustande nicht vorkommen. So bei den Balggeschwülsten, deren Balg auf der Innenfläche in der Regel mit einem Pflasterepithelium überzogen ist [1]). Verdickungen (Hypertrophien) des Epithelium finden sich selten und nur an solchen Theilen, wo bereits das normale Epithelium eine gewisse Dicke besitzt, aus mehren über einander liegenden Schichten besteht.

2) Das Zellgewebe (Bindegewebe) spielt bei den meisten pathologischen Neubildungen eine große Rolle. Die Art und Weise, wie es sich hier bildet, kommt ganz mit seiner normalen Entstehungsweise überein, wie schon G. Simon, Henle, Froriep, Valentin u. A. nachgewiesen haben. In einem amorphen Blastem entstehen Zellen mit Kernen und Kernkörperchen. Diese Zellen sind anfangs klein, rundlich oder oval, gewöhnlich sehr blaß; später verlängern sie sich, werden geschwänzt Fig. 5. *a*. Indem diese Verlängerung immer mehr zunimmt, gehen die einzelnen Zellen entweder jede in einen Faden über Fig 5. *b* oder häufiger noch zerspalten sie sich der Länge nach und jede zerfällt in ein Bündel von Zellgewebsfasern Fig 5. *c*.

Fig. 5.

Im Anfange sitzen die Zellenkerne auf diesen Faserbündeln noch auf, später verschwinden sie oder werden wenigstens erst durch Behandlung mit Essigsäure deutlich; in anderen Fällen scheinen die Kerne in die von Henle sogenannten Kernfasern überzugehen.

Das pathologisch entstehende Zellgewebe bildet sich entweder auf dem Wege der Regeneration nach Substanzverlust, oder es tritt auf als Hypertrophie in Theilen, welche im Normalzustande hauptsächlich aus Zellgewebe bestehen. Bisweilen endlich bildet es selbstständige Partien:

---

[1]) S. Icones hist. path. Taf. 9. Fig. 2. u. 6.
[2]) S. Icones hist. path. Taf. 4. Fig. 1 — 4.

Geschwülste. Es findet sich als Hauptbestandtheil oder als untergeordnetes Element in den meisten pathologischen Neubildungen.

Das Cytoblastem, aus welchem es entsteht, ist entweder flüssig, oder fest. Sein flüssiges Blastem ist bald Blutplasma, durch einen örtlichen Entzündungsprozeß exsudirt, wie in den Granulationen, bald scheint es die örtlich vermehrte Ernährungsflüssigkeit zu sein, so bei den allmälig entstehenden Hypertrophien von Theilen, welche hauptsächlich aus Zellgewebe bestehen, bei den gestielten Warzen, den Condylomen. Hier dauert die Neubildung von Zellgewebe und mit ihr die Hypertrophie so lange fort, als die Absonderung des Bildungsmateriales eine vermehrte ist, erscheint also, wenigstens potentiâ, unbegrenzt.

Die Bildung von Zellgewebe aus einem festen Cytoblastem kommt vor nach Entzündungen, und das Bildungsmaterial ist hier der Faserstoff des exsudirten Blutplasma nach seiner Gerinnung. Beispiele sind die Pseudomembranen, die Adhäsionen der Pleura, des Peritonaeum, des Pericardium, die entzündliche Induration im Unterhautzellgewebe. In diesen Fällen beschränkt sich die Neubildung in der Regel auf die Umwandlung des exsudirten geronnenen Faserstoffes: sie hört auf, wenn dieser vollständig in Zellgewebe umgewandelt ist.

Bei der letztgenannten Art von Zellgewebsbildung ist die chemische Veränderung des Cytoblastemes, welche Hand in Hand mit der morphologischen einhergeht, vorzüglich deutlich. Das exsudirte Cytoblastem besteht aus Faserstoff; dieser erleidet bei der Zellenbildung eine erste chemische Differenzirung, indem die Kerne sich gegen Essigsäure anders verhalten als die Zellenwände. Ist das Zellgewebe ausgebildet, so verwandelt es sich wahrscheinlich wie das normale Zellgewebe beim Kochen in Leim. Ehe es dahin gelangt, zeigt es aber eine Stufe, wo es, wiewohl morphologisch fast ganz entwickelt, doch beim Kochen noch keinen Leim giebt, wie Güterbock bei den Granulationen fand. Ganz so verhält es sich aber nach Schwann beim Zellgewebe des Fötus.

Wie das normale Zellgewebe in der Art, wie seine Elemente gruppirt sind, die mannigfaltigsten Verschiedenheiten zeigt, so auch das pathologisch gebildete. Bald bildet es lockere Partien, in denen die einzelnen Fasern und Faserbündel, sich nach allen Richtungen durchkreuzend, locker mit einander verbunden sind und große Zwischenräume einschließen, bald sind die Fasern und Bündel dicht mit einander verwebt, bilden dichte compacte Massen, wie in den Narben, oder sie bilden vollkommene seröse Häute mit aufliegendem Epithelium, wie in manchen Pseudomembranen der Pleura [1]).

An das eigentliche Zellgewebe schließt sich das Fettzellgewebe, charakterisirt durch die dicht aneinandergehäuften mit Fett erfüllten Zellen. Bei diesem Gewebe ist das Ineinandergreifen der normalen und pathologischen Neubildung besonders auffallend. Bei gesunden Personen schon ist der Fettreichthum vielen Schwankungen unterworfen: sie können abmagern, sie können zunehmen und fett werden. Der letztere Vorgang beruht auf einer Neubildung von Fettzellen, ein Prozeß, dessen histologische Entwicklung fast gar nicht weiter bekannt ist. Diese Fettbildung kann sich zur krankhaften steigern in der Fettsucht (Polysarkia), ohne daß es möglich ist, in der Natur die Grenzlinie, welche die Wissenschaft zwischen beiden Vorgängen zieht, nachzuweisen. Fettzellgewebe, das durch seine übermäßige Anhäufung zu

[1]) S. Icones hist. path. Taf. 4. Fig. 5. u. 6.

Krankheiten Anlaß giebt, oder in Folge von Krankheiten entstanden ist, unterscheidet sich histologisch nicht vom normalen Fettzellgewebe. Wir werden hierauf bei Betrachtung der Fettgeschwülste (Lipome), wo das neugebildete Fett in isolirten Partien auftritt, nochmals zurückkommen. Nur bei der fettigen Degeneration der Leber ist das krankhaft angehäufte Fett nicht in eigene Zellen eingeschlossen, sondern frei in flüssiger Form in und zwischen den Elementarzellen des Leberparenchymes abgelagert.

3) Einfache, nicht queergestreifte Muskelfasern, wie sie in der Muskelhaut des Darmkanals, in den Ausführungsgängen der Drüsen, im Uterus vorkommen. Sie entstehen sehr häufig auf pathologischem Wege, und bilden dann in der Regel Hypertrophien der Muskelhaut des Magens und Darmkanals oder selbstständige Geschwülste im Magen, Darmkanal und Uterus, gehen aber auch in bösartige Geschwülste ein und sind charakteristisch für den Skirrhus.

Die Vorgänge bei ihrer Entstehung in diesen pathologischen Fällen lassen sich sehr deutlich beobachten. In einem amorphen Cytoblastem, das gewöhnlich flüssig (wahrscheinlich die allgemeine Ernährungsflüssigkeit oder Blutplasma), entstehen kernhaltige Zellen. Diese sind anfangs rundlich, sehr blaß, später verlängern sie sich (Fig. 6. *a*), werden geschwänzt und sind dann von den Zellgewebsfaserzellen nicht zu unterscheiden. Indem sich mehrere Zellen an den spitzen Enden mit einander vereinigen und die Scheidewände an den Berührungspunkten resorbirt werden, gehen sie in eine Muskelfaser über (Fig. 6. *b*). Behandelt man solche neugebildete Muskelfasern mit Essigsäure, so werden sie sehr blaß, verschwinden allmälig und es treten ihre meist länglichen, haferkornförmigen Zellenkerne hervor (Fig. 6. *c*). Diese pathologisch neugebildeten Muskelfasern gleichen also histologisch ganz den normalen, sie liegen auch, wie diese in der Regel dichtgedrängt parallel neben einander, ohne alle sichtbare Zwischensubstanz.

Fig. 6.

Wie es schon im Normalzustande zwischen den aus Fasern bestehenden Geweben, von den Zellgewebsfasern, als den zartesten, bis zu den breiteren nicht queergestreiften Muskelfasern eine vollständige Reihe von Uebergangsformen giebt, so auch bei den pathologischen Neubildungen. Man trifft sehr häufig auf neugebildete Fasern, welche zwischen denen des Zellgewebes und der genannten organischen Muskeln in der Mitte stehen. Dies gilt vorzüglich von den ganz oder theilweise aus Fasern bestehenden Geschwülsten.

4) Zusammengesetzte, queergestreifte Muskelfasern. Ihre Neubildung im Erwachsenen und durch pathologische Processe ist zwar nicht direct beobachtet, muß aber jedenfalls erschlossen werden. Alle Muskeln werden durch anhaltenden Gebrauch in ihrem Volumen vermehrt, was nur durch eine Vermehrung ihrer Primitivfasern sich erklären läßt. Pathologisch muß diese Neubildung jedenfalls stattfinden bei Hypertrophie des Herzens. Die oft sehr verdickten Wände eines hypertrophischen Herzens bestehen durchaus aus den gewöhnlichen Muskelfasern, ohne alle fremdartige Zwischensubstanz: ein Theil derselben muß also während der Ausbildung der Hypertrophie neu ebildet worden sein; aber wir haben kein Mittel, diese neugebildeten Muskelfasern von den früher vorhandenen zu unterscheiden, sie gleichen ihnen vielmehr in jeder Hinsicht.

Dagegen scheinen sich nach Muskelwunden, überhaupt nach Substanzverlusten derselben keine Muskelfasern zu bilden, sondern bloß Zellgewebe, es tritt keine wahre Regeneration, vielmehr eine bloße Narbenbildung ein.

Diese Verschiedenheiten erklären sich nach Henle's mir sehr wahrscheinlichen Ansicht[1]) daraus, daß bei einer geringen Ergießung von Plasma dieses durch den vorwiegenden Einfluß der umgebenden Muskelsubstanz in Muskelfasern übergeht, während in den Fällen, wo das Exsudat bedeutender ist, wie bei allen Entzündungen, der Einfluß der umgebenden Muskelsubstanz nicht ausreicht, jenem ihren eigenthümlichen Entwicklungstypus aufzudrücken.

Von der pathologischen Neubildung des schwarzen Pigmentes später bei den melanotischen Geschwülsten.

Die pathologischen Bildungsverhältnisse des elastischen Gewebes sind so gut als unbekannt. Nur im Skirrhus habe ich neugebildete elastische Fasern mit Sicherheit beobachtet, ohne daß mir jedoch die Art der Entwicklung klar wurde.

5) Neubildung von Blut und Gefäßen. Ueber die Neubildung dieser Theile hatte ich Gelegenheit, einige interessante Beobachtungen zu machen. Die neuen Gefäße entstanden in diesen Fällen nicht von den alten aus, durch Verlängerung derselben, sondern ganz isolirt, mitten im Exsudat. Es zeigten sich zuerst in dem noch vollkommen amorphen Exsudate rothe Punkte, schon dem unbewaffneten Auge sichtbar. Sie bestanden, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, aus einer Anhäufung von Blutkörperchen, welche von verschiedener Größe waren, meist noch unvollkommen rund, und ohne die mittlere Depression der ausgebildeten Blutkörperchen: aber sie hatten bereits scharfe Contouren und waren durch ihre intensiv gelbrothe Farbe hinreichend charakterisirt. Diese Haufen von Blutkörperchen waren anfangs noch nicht deutlich abgegrenzt, sie schienen an ihren Rändern mit dem sie einschließenden Exsudat verschmolzen. Ihre Form war unbestimmt, meist rundlich, bisweilen länglich oder ringförmig. Erst später erschienen sie deutlich abgegrenzt, doch konnte man auch dann noch keine deutlichen Gefäßwände erkennen[2]). Immer sah ich in diesen Fällen nicht die kleinsten Capillargefäße zuerst entstehen, sondern nur größere Gefäßstämme von $1/16$ — $1/20'''$ Dchm. Die Wände dieser Gefäße entstanden nie aus einfachen Zellen, als deren Inhalt man das Blut hätte betrachten können, wie Schwann vermuthet, denn wenn solche neuentstandene Blutmassen auch stellenweise scharfe Grenzen zeigten, so erschienen sie doch an anderen Stellen wieder deutlich mit dem umgebenden Parenchym verschmolzen. Diese Gefäße bildeten sich aber auch nicht, wie C. Vogt will, in den Intercellularräumen des Parenchyms, denn immer sah ich das Blut zuerst entstehen ehe sich noch im umgebenden Exsudat eine Spur von Zellenbildung zeigte, selbst früher als die primären Zellen des Zellgewebes, welche sonst im Exsudate zuerst erscheinen.

Nach ihrer vollkommenen Ausbildung gleichen die neugebildeten Gefäße in jeder Hinsicht den normalen; sie sind mit dem allgemeinen Kreislauf in Verbindung getreten, können in den Zustand der Congestion, der Entzündung versetzt werden u. s. w.

Die chemischen Verhältnisse bei dieser Neubildung von Blut sind höchst schwierig zu ermitteln. Sobald man die Blutkörperchen mikroskopisch unter-

---

[1]) Allgemeine Anatomie S. 604. [2]) S. Icones hist. path. Taf. 5. Fig. 1 — 5.

scheiden kann, enthalten sie schon Blutfarbestoff, sie erscheinen einzeln blaß gelbröthlich, in Haufen intensiv blutroth: wie aber dieses Blutroth aus dem farblosen Exsudat gebildet wird, welche Substanzen des letztern dazu verwandt werden, darüber wage ich nicht einmal eine Vermuthung zu äußern.

6) Nerven. Von den hierher gehörigen pathologischen Verhältnissen des Nervensystemes wissen wir nur, daß sich die Primitivfasern der peripherischen Nerven (Cerebrospinalfasern, ohne Zweifel aber auch die von Volkmann und Bidder nachgewiesenen sympathischen Fasern) nach der Durchschneidung und selbst nach Ausschneidung eines kleinen Stückes regeneriren können. Dies folgt aus den Beobachtungen von Steinrück, H. Nasse, Günther und Schön. Die durchschnittenen Fasern verlängern sich von den Durchschnittsenden aus, stoßen allmälig zusammen und verschmelzen endlich wieder. Die regenerirten Primitivfasern gleichen den normalen. Doch ist die Regeneration nur eine partielle: es wird nämlich in der Regel nur ein Theil, nicht die ganze Anzahl der durchschnittenen Fasern regenerirt und die Narbe besteht größtentheils aus Zellgewebe. Mit der eingetretenen Regeneration wird auch die Function der durchschnittenen Nerven wiederhergestellt.

Ueber die Regeneration der Ganglienkugeln und der Centraltheile des Nervensystemes, des Gehirnes und Rückenmarkes, ist so viel als Nichts bekannt. Ebenso verhält es sich mit der Hypertrophie dieser Centraltheile: Gluge hat zwar in einem von ihm untersuchten Falle eine Hypertrophie des Gehirnes mit normaler mikroskopischer Structur gefunden [1]), aber bei unseren mangelhaften Kenntnissen von der normalen Histologie dieses Gebildes scheint es mir noch zweifelhaft, ob man aus dieser einen Beobachtung mit Sicherheit den Schluß ziehen kann, daß es eine wahre Hypertrophie dieses Organes giebt.

7) Knorpel und Knochen. Eine Neubildung von Knorpelsubstanz nach Verletzungen dieser Gebilde wurde bisher nicht beobachtet. Die Wiedervereinigung gebrochener oder verletzter Knorpel wird in der Regel durch eine fibröse Masse, eine Fortsetzung des Perichondrium, bewirkt. Dagegen kommt in anderen Fällen eine unzweifelhafte pathologische Neubildung von Knorpelsubstanz vor: so beim Enchondrom, wovon später. Auch der pathologischen Neubildung von Knochensubstanz geht, wenn man aus den bisherigen Beobachtungen einen solchen Schluß ziehen darf, immer eine Neubildung von Knorpelsubstanz voraus. Diese kommt histologisch ganz mit den normalen Knorpeln überein. Früher wurden manche pathologische Producte für Knorpel gehalten, die es nicht sind: so die Fibroide (Chondroide) des Uterus, die Hypertrophien der Muskelhaut des Pylorus, welche zwar in ihren physikalischen Eigenschaften den Knorpeln gleichen, aber histologisch aus fibrösem Gewebe und organischen Muskelfasern bestehen. Ebenso möchte ich sehr bezweifeln, daß die knorpelähnlichen Körper, welche man bisweilen frei in den Gelenkhöhlen findet, aus wahrer Knorpelsubstanz gebildet sind.

Pathologische Neubildung von Knochensubstanz wird sehr häufig beobachtet und unter sehr verschiedenen Verhältnissen. Sie kommt vor als Regeneration gebrochener oder nekrotisch abgestorbener Knochen, als Hypertrophie, die bald örtlich ist und eine Hervorragung nach außen bildet (Exostose), bald sich über einen ganzen Knochen, ja selbst über mehrere gleichmäßig verbreitet (Hyperostose); ferner als Neubildung von Knochensubstanz

[1]) Abhandlungen zur Physiologie und Pathologie. Jena 1841. S. 11.

ohne Zusammenhang mit normalen Knochen. In allen diesen Fällen gleicht die neugebildete Knochensubstanz histologisch vollkommen der normalen, sie zeigt, wie diese Knochenkörperchen und Lamellen, welche letztere im Innern des Knochens concentrisch um die Knochenkanäle, in der Rindensubstanz parallel mit der Oberfläche des Knochens verlaufen [1]).

Die Entstehung dieser Knochensubstanz geschieht wahrscheinlich immer auf dieselbe Weise, wie bei der ersten Entwicklung, im Embryo. Der Bildung von Knochensubstanz geht immer die von Knorpelsubstanz voraus, in dieser bilden sich die Knochenkanäle, die Gefäße und Knochenmark in sich aufnehmen. Die Knorpelkörper gehen in Knochenkörper über, es lagern sich Kalksalze ab. Dieser Vorgang ist durch die Beobachtung nachgewiesen bei der Regeneration der Knochen, bei der Bildung von Exostosen und bei der pathologischen Ossification von Knorpeln, z. B. der Knorpel des Larynx. Daß er auch bei den übrigen accidentellen Knochenbildungen derselbe ist, läßt sich vermuthen. Diese letzteren, die pathologischen Neubildungen von Knochensubstanz, welche nicht mit normalen Knochen zusammenhängt, bezeichnet man mit dem Namen »Verknöcherungen«. Aber nur ein kleiner Theil der gewöhnlich sogenannten Verknöcherungen gehört hieher. Am häufigsten findet sich diese neugebildete wahre Knochensubstanz in der Dura mater, wie aus den Beobachtungen von Miescher und Valentin, denen sich meine eigenen anschließen, hervorgeht; ich fand die neugebildete Knochensubstanz gewöhnlich in der falx cerebri, also in dem am weitesten von den Schädelknochen entfernten Theile der dura mater. Nächstdem sind wohl am häufigsten die wahren Verknöcherungen der Kehlkopfknorpel — in scheinbar verknöcherten Rippenknorpeln fand ich dagegen keine wahre Knochensubstanz. Miescher fand letztere auch im sogenannten Exercierknochen, in verknöcherten Sehnen, und Valentin in Verknöcherungen des Auges. Die übrigen sogenannten Verknöcherungen enthalten keine wahre Knochensubstanz, wie schon bei den Concretionen erwähnt wurde, sie bestehen immer aus nicht organisirten Ablagerungen. Henle giebt an [2]), daß sich in fibrösen und anderen Geschwülsten nicht selten einzelne Kerne von Knorpelsubstanz entwickeln sollen, die später verknöchern. Ich habe eine große Anzahl solcher scheinbar verknöcherter Geschwülste untersucht, fand aber darin nie wahre Knorpel- oder Knochensubstanz, sondern immer nur Concretionen: dasselbe negative Resultat gaben mir zahlreiche Untersuchungen sogenannter Verknöcherungen der Glandula thyreoidea und anderer Organe.

Andere pathologische Veränderungen des Knochengewebes, die theils auf histologischen theils auf chemischen Abweichungen von der Norm beruhen (Verdichtung und Elfenbeinhärte, Auflockerung und Poröswerden, Erweichung), müssen hier übergangen werden, da theils ihre histologischen, namentlich ihre genetischen Verhältnisse unvollkommen bekannt sind, theils aber die Veränderungen zu complicirt sind und sich nicht kurz darstellen lassen, dieser Artikel auch nur ein übersichtlicher sein soll.

Geschwülste.

Ihr Begriff läßt sich nicht logisch scharf, nur annähernd festsetzen. Man versteht darunter gewöhnlich die pathologischen Neubildungen, welche von

[1]) S. Icones hist. path. Taf. 5. Fig. 7—9.
[2]) Allgemeine Anatomie. S. 809.

den umgebenden Theilen abgegrenzt sind und sich durch das anatomische Messer von denselben abtrennen, als isolirte Gebilde darstellen lassen. Hierauf beruht ihr Unterschied von den Hypertrophien, wo die neugebildeten Theile mit den früher vorhandenen normalen innig verschmolzen sind. Dieser Unterschied ist indessen kein wesentlicher, er läßt sich auch praktisch nicht durchführen, es giebt keine strenge Grenze zwischen Hypertrophien und Geschwülsten. Aber auch diejenigen Geschwülste, die sich deutlich von den umgebenden Theilen unterscheiden und mit dem Messer von ihnen trennen lassen, wie die Tuberkelknoten, die Knollen des Skirrhus, sind nicht reine pathologische Bildungen, ihre Grundlage besteht immer aus den histologischen Elementen des Gewebes, in dem sie sich entwickelt haben und nur in den Zwischenräumen desselben ist eine fremdartige Masse abgelagert.

Die Geschwülste zerfallen nach den Elementen, aus welchen sie bestehen, in zwei große Classen:

1) solche, deren Elemente zu bleibenden Theilen des Körpers geworden sind, und ebenso wie die normalen Gewebe ihr Bestehen behaupten, an dem allgemeinen Stoffwechsel Antheil nehmen und wachsen — gutartige Geschwülste.

2) solche, die auf der höchsten Stufe ihrer Entwicklung angekommen, sich nicht länger unverändert erhalten können, sondern ihrer Natur nach zerfallen, in Erweichung übergehen und die sie umgebenden und von ihnen umschlossenen Gewebe in diesen Zerstörungsproceß mit hinein ziehen — bösartige Geschwülste.

Dieser Unterschied zwischen den beiden Arten von Geschwülsten scheint mir der einzig wahre und durchgreifende, da er zugleich den Grund angiebt, warum die einen gutartig, die anderen bösartig sind. Die anderen Unterscheidungsmerkmale, welche man aufzustellen pflegt, sind mehr zufällig und unwesentlich, wie z. B. dasjenige, daß die Geschwülste gutartig seien, welche nach der Exstirpation nicht wiederkommen, die wiedererscheinenden dagegen bösartig. Denn auch eine gutartige Geschwulst kann nach ihrer Exstirpation wieder erscheinen, wenn die allgemeine Disposition zu ihrer Bildung noch fortdauert, — und umgekehrt kann auch eine bösartige Geschwulst nach ihrer Entfernung ausbleiben, wenn die Disposition zu ihrer Erzeugung erloschen ist. Auf letzterm Umstand beruht ja allein die Hoffnung, Personen, welche an einer krebshaften Geschwulst leiden, durch eine Operation zn erhalten.

I. Gutartige Geschwülste.

Sie können aus sehr verschiedenartigen histologischen Elementen bestehen, aus Zellgewebe oder fibrösem Gewebe, Fettzellgewebe, aus einfachen Muskelfasern, aus Gefäßen, schwarzem Pigment ꝛc. Bald bestehen sie nur aus einem Gewebe, häufiger aber sind sie zusammengesetzt, indem mehrere der genannten Elemente zugleich in derselben Geschwulst auftreten. Einige dieser Geschwülste sind mit den umgebenden Theilen auf's innigste verschmolzen und bilden, wenn sie wie gewöhnlich, aus denselben histologischen Elementen bestehen, wie ihre Umgebungen, den Uebergang zu den Hypertrophien; andere sind mit einer eigenen Membran umgeben und dadurch von ihrer Umgebung abgegränzt, wie viele Lipome, die eigentlichen Balggeschwülste.

In ihrem Entstehungs- und Entwicklungsproceß gleichen diese Gebilde in der Regel ganz den normalen Theilen von ähnlicher Zusammensetzung: sie gleichen denselben auch in ihren weiteren Schicksalen und ihren physiologischen

Functionen. Sie können ferner auf ähnliche Weise pathologische Veränderungen erleiden, wie die normalen Körpertheile, können sich entzünden, in Eiterung, Verschwärung übergehen. Sie können sich ferner mit bösartigen Geschwülsten combiniren, indem sich wie in anderen Körpertheilen Tuberkel- oder Markschwamm in ihnen entwickeln, zwischen ihre Elemente ablagern kann. Diese Combination ist aber nur eine zufällige, sie hängt von Umständen ab, die ihrer Natur fremd sind. Die einzige Ausnahme hiervon bildet der Skirrhus, der, wie wir später sehen werden, wesentlich aus einer Verbindung von gutartigen und bösartigen Elementen besteht.

Die Vorgänge bei ihrer Entstehung folgen im Allgemeinen den Gesetzen der Zellenbildung. Die letzten Ursachen ihrer Entstehung dagegen sind in der Regel nichts weniger als klar. Ihr Blastem scheint meistens die allgemeine Ernährungsflüssigkeit zu sein, die an der Stelle ihrer Entstehung in vermehrter Menge abgesondert wird; — ob sie sich auch aus entzündlichem Exsudate herausbilden können, darüber fehlen sichere Beobachtungen, wiewohl es wahrscheinlich ist. Bemerkenswerth ist der Einfluß, den die umgebenden Theile auf die histologische Zusammensetzung dieser Geschwülste ausüben: in der Regel hat nämlich die Geschwulst dieselbe histologische Beschaffenheit, wie ihre Umgebung. So finden sich in fettreichen Theilen Lipome, im Zellgewebe und in fibrösen Geweben Fasergeschwülste; Fibroide, deren histologische Elemente den einfachen, sogenannten organischen Muskelfasern gleichen, fand ich nur im Uterus und in der Muskelhaut des Darmkanales; melanotische Geschwülste finden sich häufig im Auge.

Auf ihren höheren Entwicklungsstufen lassen sich diese Geschwülste durch die mikroskopische Untersuchung in der Regel leicht von den bösartigen unterscheiden; auf früheren Entwicklungsstufen, wo ihre Elemente noch eine amorphe Masse bilden, oder noch die Zellenform an sich tragen, ist ihre Unterscheidung von letzteren schwierig, oft unmöglich.

Nach histologischen Principien lassen sich folgende Arten oder besser Typen der gutartigen Geschwülste aufstellen, die aber nicht alle streng von einander abgegrenzt sind, sich vielmehr häufig combiniren und oft in einander übergehen.

1. Die Fettgeschwulst (Lipom, zum Theil gehört auch das Steatom hieher).

Diese Art begreift alle Geschwülste, deren wesentlicher und Hauptbestandtheil histologisch mit dem normalen Fettzellgewebe übereinkommt. Diesem können jedoch in unbestimmten Verhältnissen Blutgefäße und Zellgewebsfasern beigemischt sein.

Das reine Lipom besteht ganz aus Fettzellen mit sparsamen Gefäßen [1]: in den Fettzellen finden sich bisweilen sternförmige Gruppen nadelähnlicher Krystalle (Margarin oder Margarinsäure). Es ist weich; je mehr Bündel von Zellgewebsfasern es zwischen die Fettzellen aufnimmt, um so fester und derber wird es. Geschwülste der letztern Art nennt man gewöhnlich Steatome; sie bestehen histologisch aus Gruppen von Fettzellen, zwischen denen sich Bündel von Zellgewebsfasern befinden [2].

Das Lipom erscheint häufig in einen Balg eingeschlossen, der meist dünn ist und aus zusammengewebten Zellgewebsfasern besteht, doch fehlt dieser Balg bisweilen, namentlich bei größeren Lipomen. An sich sind die Fettgeschwülste gutartig, können aber auf zweierlei Weise dem Organismus schädlich werden,

---

[1]) S. Icones h. p. Taf. 22. Fig. 1.
[2]) S. Icones. Taf. 7. Fig. 1.

einmal durch ihre Masse, indem sie auf die benachbarten Theile drücken oder Bewegungen hindern. Weidmann erzählt einen Fall, wo ein Lipom durch Druck auf Nerven fürchterliche Schmerzen hervorrief[1]). Auf der andern Seite können sie durch Anspannung der sie überziehenden Haut, namentlich wenn äußere Schädlichkeiten hinzutreten, sich entzünden, in Eiterung und Verschwärung übergehen und so durch hektisches Fieber die Kräfte des Kranken erschöpfen.

Die letzte Ursache ihrer Entstehung ist sehr räthselhaft, doch sprechen solche Fälle, wo sie durch äußere Schädlichkeiten, Druck, Schlag oder Stoß entstanden sein sollen, dafür, daß hier ein in vermehrter Menge abgesondertes Blastem durch den Einfluß des umgebenden Fettgewebes in eine diesem ähnliche Substanz umgewandelt wird.

Die Lipome bilden Uebergänge durch das Steatom in die Fasergeschwülste; durch die Varietäten mit deutlichem Balg in die mit Fett erfüllten Balggeschwülste; durch die balglosen Varietäten in die einfachen Hypertrophien des Fettzellgewebes. In ihren physikalischen Eigenschaften sind sie bisweilen den weichen Arten des Krebses und Markschwammes täuschend ähnlich.

2. Gefäßgeschwülste (Telangiektasien). Geschwülste, welche der Hauptsache nach histologisch aus Blutgefäßen mit dazwischen liegendem Zellgewebe bestehen. Sie treten seltener selbstständig auf, viel häufiger aber compliciren sie sich mit anderen Geschwülsten, selbst mit den bösartigen, und bilden im letztern Falle den bösartigen Blutschwamm (fungus haematodes). Wegen dieser häufigen Complication finden sich bei ihnen die meisten Uebergänge; denn fast alle Geschwülste haben Gefäße und können, wenn diese vorherrschen, entweder gleich anfangs oder erst in ihren späteren Entwicklungsstadien in Telangiektasien übergehen.

Die Telangiektasien sind immer ohne Balg, ihre Gefäße haben in der Regel einen ziemlich großen Durchmesser, und sind entweder sehr weite Capillargefäße oder kleine Arterien, am häufigsten aber kleine Venen, daher diese Geschwülste an äußeren Theilen gewöhnlich eine blaue Farbe haben.

Ueber die Entwicklungsvorgänge der Gefäßgeschwülste fehlen histologische Beobachtungen — der letzte Grund ihrer Entstehung aber ist vollkommen dunkel. Sie sind an sich durchaus gutartig und unschädlich.

3. Geschwülste aus schwarzem Pigment (wahre Melanosen).

Der histologische Charakter dieser Geschwülste wird schon durch ihren Namen ausgedrückt, sie bestehen der Hauptsache nach aus schwarzem Pigment. Dieses bildet immer sehr kleine schwarze Körnchen von unbestimmter Form und Größe. Bisweilen ist es in Zellen eingeschlossen, die eine rundliche oder ovale Form haben[2]), nie sind sie aber so regelmäßig polyedrisch, oder so eigenthümlich geschwänzt und vielartig verzweigt, wie die normalen Pigmentzellen in der Choroidea des Auges. In anderen Fällen erscheinen die Pigmentmolecule frei, nicht in Zellen eingeschlossen, wie in der Melanose der Lungen, der Bronchialdrüsen, der Darmzotten[3]). Dann bleibt es häufig zweifelhaft, ob man eine wahre Melanose vor sich habe. Denn es giebt auch eine Pseudomelanose, welche nicht nur dem freien Auge, sondern auch histologisch der wahren vollkommen gleicht, wo aber die schwarze Farbe nicht von neugebildetem schwarzen Pigment, sondern von zersetztem, wie es scheint durch Gase verändertem Blute herrührt. Diese Pseudomelanose erscheint: in gangränösen Theilen, doch nicht

---

[1]) Annotat. de steatomatibus. Mogunt. 1817. p. 10.

[2]) S. Icones path. Taf. 9. Fig. 12 u. 13.

[3]) S. Icones. Taf. 9. Fig. 11.

immer [1]; an der Oberfläche der Milz und Leber, welche Theile dann eine grauschwarze Schieferfarbe zeigen; in den Blutgefäßen der Serosa des Magens und Darmkanales [2]; an den schwarzen Wänden mancher Abscesse von schlechter Beschaffenheit. Die mikroskopische Untersuchung zeigt auch hier als Grund der dunklen Färbung eine Ablagerung von kleinen dunklen Körnchen zwischen die übrigen Gewebe, aber man sieht diese Körnchen nie in Zellen eingeschlossen und überzeugt sich häufig auf das bestimmteste, daß sie von verändertem oder zersetztem Blute herrühren.

Die melanotische Geschwulst ist an sich durchaus gutartig, sie verbindet sich aber häufig mit anderen Geschwülsten, namentlich mit Markschwamm, und dieser letztern Complication verdankt sie die Bösartigkeit, die ihr häufig, wiewohl mit Unrecht, zugeschrieben wird.

4. Fasergeschwülste,

gehören zu den häufigsten aller pathologischen Neubildungen, zeigen aber in ihrem Aussehen und übrigen physikalischen Eigenschaften große Verschiedenheiten, daher verschiedene Formen derselben auch sehr verschiedene Namen erhalten haben. Die meisten Desmoide, Sarkome, Steatome, Chondroide, Fibroide, selbst manche sogenannte Skirrhen gehören hierher. Im ausgebildeten (reifen) Zustande bestehen diese Geschwülste aus Fasern, welche in allen Richtungen mit einander verflochten oder mit einer gewissen Regelmäßigkeit gelagert, häufig ohne alle weiteren Elemente, selbst ohne Gefäße, bisweilen von sparsamen Gefäßen durchzogen, die Geschwulst bilden. Nicht immer ist aber der faserige Bau deutlich: bei jüngeren Geschwülsten der Art, die noch in ihrer Entwicklung begriffen sind, herrscht oft eine amorphe Masse vor (Blastem für spätere Fasern), oder geschwänzte Zellen. Bei den ausgebildeten Fasergeschwülsten gleichen die Fasern bald mehr denen des Zellgewebes und der Sehnen, sind rundlich, haben weniger als $1/_{1000}'''$ im Durchm., bald gleichen sie mehr den einfachen, nicht quergestreiften Muskelfasern, sind breiter, mehr bandartig, und darnach lassen sich die Fasergeschwülste in 2 Unterabtheilungen bringen. Doch giebt es zwischen diesen beiden Arten von Fasergeschwülsten alle möglichen Zwischenformen und Uebergangsstufen. Geschwülste, die bloß aus elastischen Fasern bestehen, wurden bisher nicht beobachtet, doch finden sich diese letzteren allerdings in manchen Geschwülsten, z. B. in einigen Arten des Skirrhus in beträchtlicher Menge.

a) Geschwülste aus Zellgewebsfasern. Der histologische Bau derselben ist am deutlichsten in den gestielten Warzen, die ganz aus einem festen Fasergewebe bestehen [3], in den Faserpolypen [4], den Condylomen, wo sich auch gewöhnlich die Entwicklung der Fasern aus Zellen sehr gut beobachten läßt [5]. Weniger deutlich ist in der Regel der faserige Bau an den häufig vorkommenden rundlichen Geschwülsten von weißer Farbe und festem, oft knorpeligem Gefüge, die man im Unterhautzellgewebe in fast allen Körpertheilen findet: bei ihnen herrscht nicht selten ein amorphes Blastem vor, in dem jedoch nach Behandlung mit Essigsäure immer viele Zellenkerne und Kernfasern zum Vorschein kommen [6].

Diese Fasergeschwülste können sich mit anderen Geschwülsten combiniren,

---

1) S. Icones. Taf. 10. Fig. 5.
2) Icones. Taf. 26. Fig. 4.
3) Icones hist. path. Taf. 7. Fig. 9.
4) Icon. h. p. Taf. 7. Fig. 7.
5) Vgl. G. Simon in Müller's Archiv. 1839. S. 17 ff.
6) Icones hist. path. Taf. 25. Fig. 8.

wodurch neue Varietäten derselben entstehen, so mit der Gefäßgeschwulst, indem sie sehr gefäßreich werden; mit der Fettgeschwulst, wodurch das Steatom, ein Mittelding zwischen Lipom und Fasergeschwulst, entsteht [1]).

Interessant für die Erklärung ihrer Entstehung und Entwicklung ist der Umstand, daß sie sich in der großen Mehrzahl der Fälle in Geweben entwickeln, welche histologisch hauptsächlich aus Zellgewebsfasern bestehen. Es wird dadurch wahrscheinlich, daß auch hier die umgebenden Gewebe einen Einfluß auf die Art der Entwicklung ausüben, indem sie das Blastem der Geschwülst veranlassen, zu einem ihnen gleichen Gewebe zu werden.

b) Geschwülste, deren Fasern mit den einfachen, nicht quergestreiften der organischen Muskeln übereinkommen (Fibroide im gewöhnlichen Sprachgebrauch). Sie sind ausgezeichnet durch eine rundliche Form, und durch eine feste, knorpelähnliche Consistenz; enthalten bald keine Gefäße, bald viele, die schon mit unbewaffnetem Auge sichtbar sind. Ihre Fasern laufen bald deutlich ringförmig, concentrisch, bald ohne deutliches Gesetz nach verschiedenen Richtungen. An sich sind sie durchaus gutartig und können Jahrelang bestehen ohne Nachtheil für das Leben, bisweilen entzünden sie sich und gehen in Eiterung über, häufiger verknöchern sie, d. h. es bilden sich in ihnen Concretionen, Ablagerungen von Kalksalzen [2]). Diese Geschwülste finden sich sehr häufig im Uterus, seltner im Magen und Darmkanal, und zwar innerhalb der Muskelschicht. An anderen Orten habe ich sie nie gefunden und so viel ich weiß auch kein Anderer. Dies ist gewiß höchst merkwürdig, da die Muskelschicht der Organe, in denen sie sich vorfinden, genau dieselben histologischen Elemente zeigt, welche die Geschwülste bilden und scheint mir ein wichtiger Beweis, des mehrmals erwähnten Satzes, daß die gutartigen Geschwülste hauptsächlich durch den Einfluß der umgebenden Gewebe zur Entwicklung kommen.

5. Knorpelgeschwülste (Enchondrome). Diese von Joh. Müller zuerst genauer beschriebene und benannte Art der Geschwülste besteht bekanntlich aus gallertartigen Massen mit dazwischen eingestreutem faserigen Gewebe und zeigt bei der mikroskopischen Untersuchung Knorpelzellen, die häufiger isolirt neben einander liegen, seltner wie der wahre Knorpel eine amorphe Intercellularsubstanz zwischen sich haben. Beim Kochen geben diese Geschwülste ebenso wie die normalen permanenten Knorpel Chondrin. Das Enchondrom kommt vor in Drüsen (Parotis, Hoden) und hat hier eine ziemlich feste, selbst knorpelähnliche Consistenz; hier ist die amorphe Intercellularsubstanz in der Regel reichlicher vorhanden. Viel häufiger ist es aber in den Knochen: es entwickelt sich im Innern derselben und bildet dann sehr charakteristische rundliche Geschwülste, die im Innern weich, gallertartig, außen mit einer dünnen Knochenrinde umgeben erscheinen; oder es entspringt von der Oberfläche der Knochen und hat dann äußerlich keine Knochenrinde [3]). Ich muß jedoch hier bemerken, daß nicht alle Geschwülste, welche äußerlich die charakteristische Form des Enchondrom zeigen, auch wirklich diesen Namen verdienen. Drei von mir untersuchte Geschwülste, zwei an der Hand, darunter eine sehr charakteristische in der hiesigen pathologischen Sammlung aufbewahrte, die jeder Kenner auf den ersten Blick für Enchondrom erklärte, und eine Geschwulst des Os ilei, zeigten zwar die allgemei-

---

[1]) Icones hist. path. Taf. 7. Fig. 1.

[2]) Valentin hat schon vor längerer Zeit (Repertorium 1837, S. 270 ff.) eine genaue histologische und chemische Untersuchung von derartigen Geschwülsten des Uterus mitgetheilt. Abbildungen davon finden sich in m. Icones auf Taf. 4 u. 7.

[3]) Abbildungen davon s. bei Müller: »Ueber den feineren Bau der krankhaften Geschwülste« Taf. 3 u. 4.

nen physikalischen Eigenschaften des Enchondrom, aber die in ihrem Innern enthaltene halbdurchsichtige Masse zeigte keine Spur von Knorpelzellen, sondern erschien faserig-amorph, wie bei einer noch halb amorphen Fasergeschwulst. Auch eine von Valentin untersuchte gallertartige Knochenexcrescenz zeigte nicht die histologische Anordnung des Enchondrom [1]). Einmal hatte ich Gelegenheit, eine ohne Zweifel zum Enchondrom gehörige Knochengeschwulst an der Hand zu untersuchen, die in einer wahren Knorpelsubstanz einen Anfang von Verknöcherung zeigte [2]), und glaube deßhalb, daß die Knorpelsubstanz des Enchondrom bisweilen auch ebenso wie andere Knorpel verknöchern kann. Durch diesen Uebergang reiht sich das Enchondrom unmittelbar an die Callusbildung nach Knochenverletzungen und an die Exostosen an.

Als Entstehungsursache der Knorpelgeschwülste läßt sich in vielen Fällen eine mechanische Verletzung, eine Quetschung, ein Biß ꝛc. nachweisen. Sie sind durchaus gutartig, wenn sie gleich bisweilen durch Eiterung zerstört werden können, so daß nur die leere Knochenschale übrig bleibt.

6. Balggeschwülste (tumores cystici).

Ihr anatomischer Charakter besteht nicht bloß darin, daß sie einen eigenen, durch Präparation darstellbaren Balg besitzen (denn auch manche Lipome haben einen Balg), sondern auch darin, daß diese Balgmembran einen gar nicht oder nur wenig organisirten Inhalt einschließt.

Die einfachste Art derselben sind die sogenannten Hydatiden oder serösen Bälge, welche eine wässerige Flüssigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Blutserum oder der hydropischen Flüssigkeit enthalten. Ihr Balg ist mit den umgebenden Theilen innig verwachsen und besteht aus Zellgewebsfasern; an seiner Innenfläche läßt sich gewöhnlich ein zelliges Epithelium nachweisen.

Wie diese Hydatiden sich einerseits offenbar an den Hydrops saccatus anschließen, so dürfen sie auf der andern Seite nicht mit Echinococcus verwechselt werden, wo der äußere Balg noch einen zweiten, innern einschließt, welcher ein belebtes organisches Individuum, einen Eingeweidewurm bildet.

Verschieden von den Hydatiden sind die eigentlichen Balggeschwülste. Ihr Balg besteht ebenfalls aus Zellgewebe mit einem Epithelialüberzug auf der Innenfläche, aber ihr Inhalt ist dicker, consistenter, als bei den Hydatiden, honigartig, der Grütze ähnlich, gallertartig. Nach dieser Verschiedenheit des Inhaltes unterscheidet man verschiedene Arten von Balggeschwülsten, wie Meliceris, Atheroma, Gummata. Die mikroskopische Untersuchung des Inhaltes lehrt jedoch, daß die histologischen Verschiedenheiten, welche derselbe darbietet, nicht mit den obenerwähnten physikalischen Eigenschaften correspondiren, indem bisweilen Balggeschwülste von ähnlichen physikalischen Eigenschaften verschiedene, und umgekehrt andere von verschiedenem Aussehen ähnliche histologische Elemente zeigen.

Bis jetzt wurden folgende histologische Elemente im Inhalt von Balggeschwülsten gefunden: 1) Gallenfett (Cholestearin), theils isolirte tafelförmige Krystalle, theils größere krystallinische Massen bildend. Es findet sich vorherrschend in der geschichteten perlmutterglänzenden Balggeschwulst, dem Cholesteatoma; aber auch die meisten übrigen Balggeschwülste enthalten neben anderen Elementen wenigstens einzelne Krystalle von Cholestearin. 2) Ablagerungen anderer Fettarten, von Margarin, Elain, Butterfett, unbestimmte Klümp-

[1]) Repertorium 1837. S. 275.
[2]) Icones hist. path. Taf. 10. Fig. 9.

chen, Körnchen und Tropfen bildend, treten nicht als alleiniger Inhalt, immer nur mit anderen Elementen gemischt auf. 3) Wahres Fettzellgewebe: die hieraus bestehenden Balggeschwülste bilden den Uebergang zu den mit einem Balg versehenen Lipomen. 4) Organische Zellen von verschiedener Art, meist lose neben einander liegend; bald größer, unbestimmt rundlich oder oval, denen des Pflasterepithelium ähnlich, gewöhnlich ohne oder mit undeutlichem Kern; kleine geschwänzte Zellen mit Kern und Kernkörperchen. Die Zellen bilden bald für sich den ganzen Inhalt, bald sind sie mit anderen Elementen, namentlich mit Cholestearinkrystallen, gemischt. In einigen Balggeschwülsten finden sich neben den genannten Elementen noch 5) Haare (bei Vögeln Federn) und Knochen, namentlich Zähne[1]).

Die Balggeschwülste finden sich in allen Körpertheilen, aber vorzugsweise im Zellgewebe; die mit Haaren sind am häufigsten in der Nähe behaarter Theile, an der Nasenwurzel, dem Oberkopf; die mit Haaren und Knochen in den Ovarien. Die Balggeschwülste sind durchaus gutartig.

Einige andere Arten von Geschwülsten, wie die Polypen und Schwämme (fungi), bilden histologisch durchaus keine eigenen Species; sie können aus den verschiedenartigsten histologischen Elementen bestehen, welche die Schleimhaut eines Theiles und Organes nach außen drängen, sind daher bald Lipome, Fasergeschwülste, im Uterus gewöhnlich Fibroide, bald sind es gar keine Geschwülste im engern Sinne, wie in einem von Cruveilhier beschriebenen Falle, wo ein Hirnbruch den Inhalt und die Ursache eines Nasenpolypen bildete[2]).

II. Bösartige Geschwülste (Afterproducte, Pseudoplasmata).

Ich rechne hieher alle diejenigen Geschwülste, deren Blastem, statt wie bei den gutartigen in bleibende Gewebe überzugehen, nach einer mehr oder weniger deutlichen Zellenbildung seiner Natur nach zuletzt zerfällt und die umliegenden normalen Gewebe in diesen Zersetzungsproceß mit hinein zieht. Man hat die hieher gehörigen Geschwülste nach ihrem verschiedenen Aussehen, Farbe, Consistenz u. s. f. mit verschiedenen Namen belegt; diese sind indeß ebenso wie die mit ihnen in Verbindung gebrachten diagnostischen Merkmale sehr unbestimmt, und passen oft nur für die individuelle Geschwulst, die der Beobachter gerade vor Augen hatte. Wir wollen daher von ihnen ganz absehen und zur Classification dieser Geschwülste einen andern Standpunkt aufsuchen, den histologischen. Darnach zerfallen diese Geschwülste in drei Gruppen, zwischen denen aber alle Uebergangsformen und Zwischenstufen vorkommen.

a) Bösartige Geschwülste, die vor ihrem Zerfallen keine deutliche Organisation, höchstens Spuren derselben zeigen — Typhusmasse, skrophulöse Geschwülste, ein Theil der Tuberkeln.

b) Geschwülste, die vor ihrem Zerfallen aus deutlichen Zellen bestehen — ein Theil der Tuberkeln, Markschwamm.

c) Geschwülste, die außer Zellen auch noch Fasern in ihre Zusammensetzung aufnehmen — Skirrhus.

Ehe wir die einzelnen Arten näher betrachten, wollen wir aber noch einen Blick auf die allgemeinen, allen gemeinschaftlichen Verhältnisse derselben werfen.

Was ihre Entstehung betrifft, so bilden sich alle diese Geschwülste aus

---

[1]) Abbildungen und genauere histologische Beschreibungen einzelner Balggeschwülste finden sich bei Valentin (Repertorium 1838. Fig. 11. S. 307), bei Müller (Geschwülste Taf. 3), in m. Icones (Taf. 9. Taf. 24).

[2]) Anat. patholog. Livr. 26. pl. 2.

einem amorphen Cytoblastem. Daß sich die normalen Gewebe des erkrankten Theiles unmittelbar in das Afterproduct umwandeln sollen, ist eine Ansicht, welche durch die directe Beobachtung widerlegt wird. Das Blastem ist immer zwischen den normalen Gewebstheilen des ergriffenen Organs abgelagert, füllt alle Zwischenräume derselben aus, und umschließt sie ebenso enge, wie der Mörtel die Steine eines Mauerwerkes. Man kann sich hiervon in vielen Fällen durch die directe Beobachtung überzeugen; so bei den Lungentuberkeln, wenn man sie mit Essigsäure oder Ammoniak durchsichtig macht und dann mikroskopisch untersucht: man sieht dann durch die Tuberkelsubstanz hindurch, und innerhalb derselben die ursprünglichen Elemente des Lungengewebes [1]). Ganz dasselbe beobachtete ich einigemale an frischem, in der Entstehung begriffenem Skirrhus. Daraus folgt aber, daß das Blastem ursprünglich flüssig sein muß, es würde sich sonst durchaus nicht so vollständig in alle, auch die kleinsten Zwischenräume des Parenchyms verbreiten und die Elemente desselben nicht so enge umschließen können. Doch hat die directe Beobachtung bis jetzt nur festes Blastem von Pseudoplasmen gesehen. Dieses gleicht aber in allen seinen Eigenschaften dem gewöhnlichen Blastem, dem Blutplasma, resp. dem geronnenen Faserstoff desselben: ich konnte trotz einer sehr großen Zahl von Untersuchungen nie einen morphologischen oder chemischen Unterschied zwischen dem Blastem der bösartigen Geschwülste und dem der normalen Gewebe entdecken. Hieraus läßt sich aber weiter schließen: Der Grund dieser Pseudoplasmen liegt nicht in einer abnormen Beschaffenheit des Blutes, so daß dieses bereits einen chemisch differenzirten Stoff, Tuberkelstoff, Skirrhusmaterie u. dgl. enthielte, welcher nach seiner Ausscheidung eben seiner eigenthümlichen chemischen Natur nach nicht zu einem normalen Gewebe, sondern zu einem Pseudoplasma werden müsse. Es ist vielmehr wahrscheinlicher, daß die Entstehung dieser Geschwülste auf einer veränderten Qualität des Bildungs- und Entwicklungsprocesses beruhe, deren Ursachen schon früher betrachtet wurden.

Der allgemeine Entwicklungsvorgang dieser Pseudoplasmen weicht jedoch nicht von dem der übrigen Gewebe ab. In dem amorphen Blastem zeigt sich eine Tendenz zur Zellenbildung. Hat diese eine gewisse Stufe der Ausbildung erreicht, so fängt das Gebildete an, zu zerfallen. Nur beim Skirrhus geht ein Theil der gebildeten Zellen in weitere Entwicklung über, er verwandelt sich in Fasern. Das Zerfallene bildet eine unbestimmte, feinkörnige Masse, einen wahren organischen Detritus ohne alle Structur. Indem sich diese mit der normal vorhandenen oder neu hinzugekommenen Flüssigkeit mischt, bildet sie eine dem Eiter an Farbe, Consistenz und Aussehen ähnliche Masse, welche jedoch keine Eiterkörperchen enthält, sich vielmehr mikroskopisch bestimmt vom Pus bonum unterscheidet. Durch den ganzen Proceß ihrer Bildung und ihre endliche Erweichung gleichen also die Pseudoplasmen sehr dem Eiter, noch mehr den Körnchenzellen. Es kommen aber nicht selten Fälle vor, wo Eiterung und Pseudoplasmenbildung in einander übergehen und sich nicht mehr unterscheiden lassen. So giebt es keine strenge Grenze zwischen skrophulöser Ablagerung und der darauf folgenden Exulceration und zwischen tuberkulöser Zerstörung. Die Hepatisation bei Pneumonia typhosa läßt sich oft nicht von einer Tuberculosis acuta unterscheiden. Diese Aehnlichkeit bezieht sich nicht nur auf die allgemeinen physikalischen Eigenschaften, sie bezieht sich auch auf die pathologischen Verhältnisse und selbst auf die histologischen Elemente.

Auf der beschriebenen Erweichung beruht die Bösartigkeit der Pseudo-

---

[1]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 15.

plasmen, wie folgende Ueberlegung zeigen wird. Ich beziehe mich hierbei auf das in einem andern Artikel (Entzündung und ihre Ausgänge S. 357) bereits hierüber Gesagte. Bei der Bildung von Eiter und Körnchenzellen aus einem festen Blastem sind die Elemente des Gewebes ebenfalls auf das innigste von einer festen Masse umschlossen, diese zerfällt jedoch sehr rasch, ehe das Gewebe gleichsam ausgehungert werden kann. Sobald aber der Eiter flüssig geworden, wird das Gewebe wieder frei, es kann nach wie vor ernährt werden. Bei den Pseudoplasmen verhält es sich anders. Hier ist die Erweichung chronisch: die Gewebstheile sind wochen-, ja monatelang vom festen Blastem auf das innigste umgeben, sie werden während dieser Zeit nicht ernährt, sterben ab, und wenn die Masse der Geschwulst zuletzt in Erweichung übergegangen ist, werden die ursprünglichen Elemente des normalen Gewebes zugleich mit dem zersetzten Pseudoplasma als abgestorbene Theile nach außen entleert. Hierin kommt unsere Afterbildung ganz mit der Verschwärung (Exulceration) überein und es läßt sich zwischen beiden weder pathologisch noch morphologisch eine strenge Grenze ziehen. Daß aber die zerstörende Wirkung der Geschwülste in der Regel nur eine mechanische ist, wird durch viele Erfahrungen bestätigt. Immer stirbt nur der Theil des Gewebes ab, welcher unmittelbar in den Bereich der Geschwulst gehört und von ihr eingeschlossen wird. So ist es z. B. immer bei Tuberkelknoten in den Lungen, bei Skirrhusknoten in der Leber. Alle zwischen den Geschwülsten liegenden Theile des Gewebes sind (abgesehen natürlich von anderen Veränderungen, die mit der Geschwulst in gar keinem oder nur einem Causalzusammenhang stehen) vollkommen gesund. Eine skirrhöse Leber sondert in ihren gesunden Partien nach wie vor normale Galle ab. Eine tuberkulöse Lunge steht so lange ihrer normalen Function vor, als sie noch eine einzige gesunde Stelle hat, und der Kranke stirbt unter denselben Erscheinungen, welche eintreten, wenn die Lunge durch andere Processe zur Ausübung ihrer Functionen untauglich wird.

Bösartige Geschwülste können überdies ebenso gut heilen, als jedes andere Geschwür, wenn nach vollendeter Erweichung die Disposition zu ihrer Bildung erschöpft ist. So findet man gar nicht selten geheilte Lungentuberkeln. Die Heilung geht hier ebenso vor sich, wie bei jedem Geschwür. Die erweichte Masse wird nach außen entleert oder verschwindet durch Resorption. Der Substanzverlust wird, wenn er überhaupt ersetzt wird, durch Narbensubstanz ausgefüllt, welche sich ganz nach den allgemeinen früher betrachteten Gesetzen der Regeneration ausbildet; oder es bleibt ein Theil der Tuberkelmasse als Concretion zurück.

Den Gegensatz zur Heilung bildet das Fortschreiten des Uebels. Dieses erfolgt:

1. Durch Fortdauer der Disposition. Aus demselben Grunde, aus welchem sich der erste Tuberkel, Markschwamm oder Skirrhus-Knoten in einem Individuum gebildet hat, entsteht ein zweiter, dritter u. s. f., bis endlich beim Fortschreiten des Uebels durch Zerstörung wichtiger Organe und durch hektisches Fieber der Tod eintritt.

2. Es wurde schon früher erwähnt, daß bei jeder Bildung organisirter Theile das umgebende Gewebe einen Einfluß auf die Entwicklung eines in seiner Nähe befindlichen Blastemes ausübt und dasselbe veranlaßt, sich zu einem ihm ähnlichen Gewebe zu entwickeln. Dasselbe gilt von den Pseudoplasmen. Sie zeigen die Tendenz, die in ihrer Nähe befindliche Ernährungsflüssigkeit in ein ihnen ähnliches Gebilde umzuwandeln. Auf diesem Wege wachsen sie auch dann noch fort, wenn die allgemeine Disposition, welche sie hervorrief, getilgt ist.

Auf dieser Art ihrer Vergrößerung beruht die Möglichkeit, durch eine Exstirpation ihren ferneren Fortschritten Grenzen zu setzen. Die Exstirpation hilft also nur insofern, als sie das Wachsthum derselben hindert und die Nachtheile aufhebt, welche ihre Erweichung begleiten. Die Operation muß eine radikale sein; bleibt ein Theil der Geschwulst zurück, so wächst diese schneller als zuvor, weil in Folge der Operation eine größere Menge von Blutplasma abgesondert wird, als zuvor, welches dann meist seiner ganzen Masse nach in Pseudoplasma übergeht. Die Exstirpation hilft aber nicht immer: ist die Disposition nicht vorher getilgt, so wird dieselbe Ursache, welche die erste Geschwulst hervorrief, trotz der Operation eine zweite und dritte ins Leben treten lassen und die Krankheit wird nach wie vor ihre Fortschritte machen.

Wir gehen nun zu den einzelnen Arten der Pseudoplasmen über und betrachten zuerst die unvollkommen organisirten.

Typhusmasse.

Ich verstehe hierunter die Materie, welche bei Typhuskranken in verschiedenen Organen abgelagert wird, am häufigsten im Darmkanal, in den Brunn'schen und Peyer'schen Drüsen, vorzüglich am Ende des Dünndarmes, in den Mesenterialdrüsen, den Lungen, der Luftröhre, dem Kehlkopf. Diese Ablagerungen bilden eine gelblichweiße Masse, welche unter dem Mikroskope vollkommen amorph erscheint und sich gegen chemische Reagentien ganz wie geronnener Faserstoff verhält — sie wird durch Essigsäure blaß, durch Ammoniak und kaustisches Kali aufgelös't. Sie gleicht ganz dem entzündlichen Exsudat, erfüllt wie dieses die Zwischenräume der normalen Gewebstheile und hat wahrscheinlich mit demselben einen gleichen Ursprung.

Ihre Entwicklung besteht darin, daß sie sich erweicht. Sie zeigt dabei eine sehr unvollkommene Zellenbildung, oft kaum Spuren derselben, und zerfällt zuletzt in eine unbestimmte, feinkörnige Masse, welche ganz mit der zerfallenen Tuberkelmasse übereinkommt [1]). Ihre Ablagerung in den Lungen gleicht oft in hohem Grade der Tuberculosis acuta, ja ist von dieser bisweilen gar nicht zu unterscheiden.

Skrophulöse Materie.

Sie findet sich bei skrophulösen Individuen in die Lymphdrüsen fast aller Körpertheile abgelagert und bildet eine Masse von weißer oder gelblicher Farbe, die bald fester, speckig, bald weicher, käseähnlich erscheint. Unter dem Mikroskope zeigt sie sich amorph oder unbestimmt körnig und verhält sich chemisch wie eine Proteinverbindung mit mehr oder weniger Fett gemischt. Das gewöhnliche Endresultat ihrer Entwicklung ist Erweichung. Diese Erweichung beruht immer auf einem Zerfallen der Masse, welches entweder unmittelbar eintritt oder in Folge einer unvollkommenen Zellenbildung [2]). Das Produkt der Erweichung ist eine gelblichweiße, eiterähnliche Masse, die aus einem unbestimmten körnigen Detritus mit Fetttropfen und Fettkörnchen besteht. Gewöhnlich wird die erweichte Masse nach Außen entleert: in seltneren Fällen wird ein Theil von ihr resorbirt, während ein anderer Theil, die Kalksalze, zurückbleiben und eine Concretion bilden.

Diese beiden Materien, die Typhusmasse und die scrophulöse Materie,

---

[1]) Vgl. Icones. Taf. 6. [2]) Siehe Icones. Taf. 6.

bilden die Zwischenstufen zwischen der Eiterung und den eigentlichen Pseudoplasmen. Wo sie gutartig sind, nähern sie sich mehr der erstern, wenn sie dagegen in großen Massen auftreten und einen mehr chronischen Verlauf zeigen, schließen sie sich mehr an letztere an.

Tuberkeln.

Früher bezeichnete man mit diesem Namen, dem eigentlichen Sinne des Wortes »tuberculum« gemäß, alle Arten von Geschwülsten, welche Knoten bilden, und noch zu Anfange dieses Jahrhunderts nannte Baillie die fibrösen Geschwülste der Gebärmutter »tubercles«. In neuerer Zeit wird der Begriff Tuberkeln enger gefaßt und man beschränkt ihn auf gewisse Geschwülste, welche in Folge einer eigenthümlichen Krankheitsanlage, der Tuberkulosis, entstehen.

Die eigentlichen Tuberkeln findet man zwar fast in allen Theilen des Körpers, am häufigsten aber bekanntlich in den Lungen. Nicht alle Geschwülste jedoch, die man in Sectionsberichten mit diesem Namen bezeichnet findet, sind wahre Tuberkeln. Dies gilt namentlich von den Tuberkeln des Gehirnes. Sehr häufig werden fibröse Geschwülste, die von der dura mater ausgehen, oder amorphes Faserstoffexsudat mit diesem Namen bezeichnet.

Aber auch die wahren Tuberkeln zeigen in ihren gröberen anatomischen Verhältnissen und in ihrem histologischen Baue manche Verschiedenheiten. Bald bilden sie isolirte Knoten, von der Größe eines Hirsekorns bis zu der einer Wallnuß, die auch dann, wenn sie in größerer Menge vorkommen, in keiner Verbindung miteinander stehen, bald ist ein großer Theil eines Organes mit abgelagerter Tuberkelmasse infiltrirt, in einen Tuberkel umgewandelt. Diese anatomischen Verhältnisse haben indeß auf die histologische Anordnung keinen Einfluß. Die Eigenschaften der Tuberkel sind ferner verschieden nach dem Grade ihrer Entwicklung. Im Anfange, soweit man sie rückwärts nach ihrem Ursprunge hin verfolgen kann, zeigen sie eine mattweiße oder graue Farbe, sind halbdurchscheinend, weicher und homogener als später. Darauf, wenn man will, im zweiten Stadium, ist die Tuberkelmasse gelbweiß, undurchsichtiger, fester und bald knorpelhart, bald brüchig und mürbe. Zuletzt endlich sind die Tuberkeln entweder erweicht, und dann in eine graugelbe, eiterähnliche, wohl auch bröckliche, grumöse Flüssigkeit von ziemlicher Consistenz verwandelt, oder sie sind erhärtet und bilden dann bald eine weiße, kreideartige Masse, bald eine steinharte Concretion.

Diesen schon mit unbewaffnetem Auge erkennbaren Verschiedenheiten entsprechen auch histologische Differenzen, und zwar die folgenden: Im frühesten Zustande erscheint die Tuberkelsubstanz unter dem Mikroskope fast ganz amorph und homogen (höchstens mit Fetttropfen und Körnchen gemengt). Sie ist bereits fest, doch geht aus der Art ihrer Ablagerung zwischen die normalen Elemente des Gewebes hervor, daß sie im flüssigen Zustande abgesondert worden sein muß. Sie erfüllt nämlich alle Zwischenräume zwischen den normalen Gewebselementen, wie man vorzüglich deutlich an den Lungen sieht [1]). Dem chemischen Verhalten nach gehört die Masse ohne Zweifel zu den Proteinverbindungen, ob sie aber Fibrin, Albumin, Casein oder eine andere noch unbekannte Modification des Protein sei, ist bis jetzt noch nicht bestimmt, frühere derartige Versuche aber, wie z. B. die von Preuß angestellten, der sie für Casein hält, haben gegenwärtig keinen entscheidenden Werth mehr.

---

[1]) Icones hist. path. Taf. 15.

Im weitern Verlauf der Entwicklung wandelt sich jenes amorphe Blastem in Zellen um. Man sieht anfangs sehr viele Zellenkerne, rund, von $1/_{400}'''$ Dchm., die durch Essigsäure nicht afficirt werden. Später bilden sich um diese auch Zellenwände. Die ausgebildeten Zellen haben verschiedene Formen und Größen, sind oval, rund, geschwänzt, unregelmäßig, mit oder ohne körnigen Inhalt [1]). In der Tuberkelmasse selbst sah ich nie Gefäße; wo sie vorkommen, da gehören sie dem normalen Muttergewebe an, in das die Tuberkeln abgelagert sind. Nach vollendeter Ausbildung des Tuberkels zerfallen die Zellen zu einem ganz unbestimmten Detritus, der feinkörnig amorph, mit Fetttropfen, Körnchen und Cholesterinkrystallen gemischt erscheint; die Flüssigkeit, in welcher diese Elemente suspendirt sind, wird meist durch Essigsäure und Alaun koagulirt. Die erweichte Tuberkelmasse enthält ferner immer Fragmente von abgestorbenen Partien des in ihr eingeschlossenen Muttergewebes, so in den Lungen immer Partien abgestorbener Lungenfasern und die Gegenwart der letzteren im Auswurf kann die Diagnose wesentlich unterstützen [2]).

Der eben beschriebene Vorgang gilt aber nicht für alle Tuberkeln in demselben Maße. Die erweichte Tuberkelsubstanz hat in allen Fällen dieselbe Beschaffenheit, aber die ihr vorhergehende Zellenbildung ist nicht immer gleich deutlich. Bisweilen sind die Zellen sehr entwickelt, die ganze Tuberkelsubstanz besteht daraus; in anderen Fällen aber ist die Zellenbildung sehr unvollkommen und der Tuberkel geht unmittelbar aus dem amorphen Zustand in jenen organischen Detritus über. Dies sind die Fälle, wo sich die Tuberkeln an die skrophulöse Materie anschließen. Aus meinen ziemlich zahlreichen Beobachtungen hierüber glaube ich den Schluß ziehen zu können, daß die Zellenbildung um so deutlicher hervortritt, je bestimmter und ausgeprägter die Krankheit, je erethischer das Individuum ist — um so weniger deutlich dagegen, je torpider das Individuum ist, je mehr sich die Tuberculosis der Scrophulosis nähert.

Durch die Erweichung der Tuberkeln werden immer nur die Theile des Muttergewebes zerstört, zwischen welche die Tuberkelsubstanz abgelagert ist; das umliegende Gewebe wird von ihnen nicht afficirt, ein Beweis, daß die Tuberkeln keine chemische oder dynamische Wirkung in die Ferne ausüben. Doch können sie durch Reizung ihre Umgebung in Entzündungszustand versetzen, und man findet dann gewöhnlich Körnchenzellen in der Umgebung des Tuberkels, was zeigt, daß der Einfluß der Tuberkeln nicht immer stark genug ist, das in ihrer Nähe befindliche Plasma in eine ihnen homologe Materie umzuwandeln.

Markschwamm.

Syn. Medullarsarkom, fungus medullaris, Encephaloid, Cephaloma.

Die Bezeichnung »Markschwamm« ist eine sehr schwankende. Es giebt Geschwülste, die Jeder sogleich für Markschwamm erklärt, andere dagegen, von denen es sich nicht angeben läßt, ob sie hierher oder zum Skirrhus gehören. Beide Formen hängen auf das Innigste mit einander zusammen und gehen, selbst histologisch, in einander über.

Der Prototyp des Markschwamms bildet eine weiche Geschwulst von der Consistenz des Gehirnes, die sich durch Schaben und Drücken in eine breiige,

[1]) S. Icones. Taf. 6 u. Taf. 15. [2]) S. Icones Taf. 15.

eiterähnliche Masse auflösen läßt und häufig ein täuschendes Gefühl von Fluctuation gewährt. Seine Farbe ist gelblichweiß, bisweilen mehr röthlich, wenn er zahlreiche Blutgefäße enthält; grau oder selbst schwärzlich, wenn er mit Melanose combinirt erscheint. In seiner Consistenz zeigen sich Verschiedenheiten nach dem Stadium seiner Entwicklung: er erscheint gewöhnlich um so weicher, je älter er ist. Zuletzt erweicht er vollständig und geht in eine eiterige Flüssigkeit über. Die Erweichung ist bald eine allgemeine, ein ganzer Knoten erscheint gleichmäßig in Brei verwandelt, — bald lokal, in der festeren Markschwammmasse finden sich einzelne erweichte Punkte.

Die histologischen Verhältnisse des Markschwamms sind schon von Joh. Müller ausführlich beschrieben worden [1]. Die Resultate meiner zahlreichen Untersuchungen stimmen im Wesentlichen ganz mit seinen Angaben überein. Immer fand ich als wesentliches Element des Markschwamms in den verschiedensten Körpertheilen Zellen. Diese entwickeln sich ohne Zweifel aus einem amorphen Blastem, welches sich aber der Beobachtung entzieht. Wahrscheinlich bleibt es flüssig und geht in diesem Zustand, ohne erst vorher zu gerinnen, in die Entwicklung über. Die Zellen des Markschwamms haben eine sehr verschiedene Form und Größe, man sieht sie oval, rundlich, geschwänzt, oft sehr mannigfaltig verästelt, ähnlich den Pigmentzellen der Lamina fusca. Fast alle diese Zellen zeigen einen deutlichen Kern mit oder ohne Kernkörperchen. Manche Zellen enthalten sehr viele Zellenkerne; ich zählte in einzelnen 10 — 20. Nicht selten sieht man größere Zellen, die eine oder mehrere kleinere enthalten (Mutterzellen mit Tochterzellen). Wo ich den Vorgang bei der Zellenbildung deutlich beobachten konnte, da schienen mir immer die Zellenkerne zuerst, vor den Zellen, zu entstehen. Sehr häufig zeigten sich Kerne ohne umgebende Zellen, theils einzeln, theils in größeren Partien vereinigt; sehr selten Zellen ohne Kerne [2]. Die Zellen eines und desselben Markschwamms zeigen in der Regel denselben oder einen ähnlichen Charakter, bald herrschen die runden oder ovalen vor, bald die geschwänzten; in anderen Fällen sieht man fast nur große mit zahlreichen Cytoblasten oder Mutterzellen. Selten erscheinen sehr verschiedene Zellen mit einander gemischt.

Die Zellen bilden immer das vorherrschende und wesentliche Element des Markschwamms, bisweilen bilden sie ohne alle fremdartigen Theile, ohne alles sichtbare Bindemittel enge aneinander geschlossen die ganze Geschwulst, wie ich namentlich in einem Markschwamm des Magens sehr deutlich sah. In anderen Fällen findet man zwischen den Zellen ein faseriges Grundgewebe — Stroma —, wo dieses vorherrscht, geht der Markschwamm in Skirrhus über, eine Combination, die bei diesem Pseudoplasma genauer betrachtet werden soll. Eine andere seltner vorkommende Combination ist die mit Melanose. Sie kommt dadurch zu Stande, daß sich zwischen die eigentlichen Markschwammzellen Zellen einschieben, die mit schwarzem Pigment gefüllt sind. Sind diese weniger zahlreich und gleichmäßig vertheilt, so erscheint der Markschwamm gleichmäßig grau, sind sie auf einzelne Stellen beschränkt, so zeigt er sich marmorirt oder geadert. Wo die Melanose vorherrscht, erscheint die Geschwulst schwarz und bildet die bösartige Melanose. Nicht immer, aber doch sehr häufig enthält der Markschwamm Gefäße.

---

[1]) Bau der Geschwülste. S. 19 ff.

[2]) Eine Reihe von Abbildungen, die diese Angaben erläutern und belegen s. in Icones hist. path. Taf. 6.

Man kann diese Combination als eine Verbindung mit Telangiektasie betrachten. Er ist bisweilen sehr reich daran und wird dann zum bösartigen Blutschwamm (fungus haematodes).

Die Erweichung des Markschwamms ist in seiner Natur begründet. Sie erfolgt dadurch, daß die ihn bildenden Zellen nach Vollendung ihrer Entwicklung sich von einander trennen, zum Theil auch zerfallen, und daß dieser Detritus sich mit den vorhandenen Flüssigkeiten zu einer eiterähnlichen Emulsion mischt. Diese erweichte Markschwammmasse, fälschlich Eiter genannt, gleicht ganz der erweichten Tuberkelmasse, nur enthält sie gewöhnlich noch deutlichere Zellenreste und unzerstörte Zellen, auch Mutterzellen und Zellen mit vielen Cytoblasten, sie ist auch gewöhnlich reicher an Fett und an Cholesterinkrystallen als jene.

Es giebt auch einen falschen Markschwamm, der dem wahren in allen seinen Eigenschaften so täuschend ähnlich sieht, daß er nur durch die mikroskopische Untersuchung von ihm unterschieden werden kann. Ich habe zwar nur einen Fall davon beobachtet, aber man wird ihn ohne Zweifel öfter wieder finden, wenn solche Geschwülste häufiger als bisher mikroskopisch untersucht werden. Die Geschwulst saß in den Lungen, hatte ganz das Ansehen des Markschwamms und wurde auch von allen bei der Section anwesenden Aerzten dafür erklärt. Die mikroskopische Untersuchung zeigte aber bloß eine Anhäufung von mikroskopischen Fetttropfen, die in ungeheuerer Anzahl zwischen das normale Lungengewebe abgelagert waren [1]). Ein solcher aus Fett bestehender Pseudomarkschwamm ist aber wahrscheinlich durchaus gutartig.

Vergleicht man nach dem Gesagten den Markschwamm mit dem Tuberkel, so findet man im Allgemeinen als Unterscheidungsmerkmal beider Pseudoplasmen, daß der Markschwamm eine ausgeprägtere Organisation, eine deutlichere Zellenbildung zeigt. Indessen lassen sich manche ausgebildete Tuberkeln mit deutlicher Zellenbildung kaum vom Markschwamm unterscheiden. Von den allgemeinen Krankheitserscheinungen, welche beide Pseudoplasmen begleiten, und ihren Unterschieden, kann natürlich hier keine Rede sein.

Skirrhus.

Die hierher gehörigen Geschwülste bilden ebenso wenig wie die früher betrachteten eine streng begrenzte Species, wohl aber eine, auch histologisch gut charakterisirte Gruppe. Das Unterscheidungszeichen derselben vom Markschwamm ist im Allgemeinen die größere Härte und Festigkeit der hierher gehörigen Geschwülste, daher der Name Skirrhus ein sehr passender. Indessen sind manche Unterarten sehr weich, selbst weicher als Markschwamm, und diesen physikalischen Verschiedenheiten entsprechen auch histologische Differenzen, die aber mehr auf dem Vorwalten des einen oder andern Gewebtheiles, als auf einem Hinzutreten neuer histologischer Elemente beruhen.

Im ausgebildeten, reifen Skirrhus finden sich aber folgende Elemente:

1. Zellen. Sie gleichen im Allgemeinen den beim Markschwamm beschriebenen, zeigen aber in verschiedenen Fällen sehr große Verschieden-

---

[1]) Eine vollständige Beschreibung dieses Falles mit Abbildung s. in Icones Taf. 6. Fig. 15.

heiten. Bald sieht man bloße Zellenkerne mit Kernkörperchen (Fig. 7 a), bald sind sie von sehr blassen Zellen umgeben (b). In anderen Fällen sind die Zellen vollkommen ausgebildet, dann meist rundlich, oft mit Körnchen besetzt, oder mit körnigem Inhalt (c). Geschwänzte Zellen sah ich selten; wo sie vorkamen, schienen sie mir in der Entwicklung begriffene Fasern zu sein. Dagegen sah ich bisweilen sehr charakteristische Zellen mit sehr dicker Zellenwand, die einen doppelten Contour zeigte, und körnigen Inhalt (d). Häufig sind den Zellen Körnchen und Fetttröpfchen beigemengt, bald einzeln, bald in Haufen vereinigt, auch bisweilen, wie es scheint, in Zellen eingeschlossen [1].

Fig. 7.

2. Fasern: sind immer vorhanden, wenn auch bisweilen weniger deutlich. Bald gleichen sie vollkommen den organischen Muskelfasern und sind, wie diese, breiter, bandartig, bald sind sie schmaler als diese und nähern sich mehr den Fasern der fibrösen Häute. Beide Arten von Fasern verschwinden durch Behandlung mit Essigsäure, indem dafür Zellenkerne und Kernfasern hervortreten. Auch elastische Fasern finden sich nicht selten im Skirrhus; sie unterscheiden sich von den anderen Fasern durch ihre Unlöslichkeit in Essigsäure, ihre häufigen dichotomischen Theilungen und durch Eigenthümlichkeiten in ihrer Anordnung, wovon wir sogleich ausführlicher sprechen werden. Bisweilen finden sich auch Fasern mit regelmäßigen varicösen Anschwellungen, deren jede einen Kern enthält (Krause's Knötchenfibrillen, Valentin's fadig aufgereihtes Epithelium).

Die Anordnung dieser Fasern ist eine sehr verschiedene. Häufig erscheinen sie parallel, oder ganz unregelmäßig gelagert; man sieht dies am häufigsten bei den dünneren Fasern, welche denen des Zellgewebes entsprechen. In anderen Fällen laufen sie concentrisch und bilden runde Kapseln, deren Inneres mit Zellen erfüllt ist (Fig. 8). Dann gleichen die Fasern gewöhnlich den einfachen Muskelfasern. Eine eigenthümliche Anordnung zeigen die elastischen Fasern; sie bilden bald ein Gitterwerk mit sehr engen, wie es scheint leeren Zwischenräumen (Fig. 9 a), bald rundliche Schlingen mit größeren Maschen, die gewöhnlich mit Zellen erfüllt sind (b) [2].

Fig. 8.

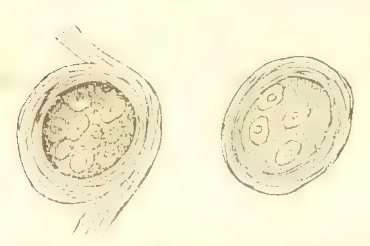
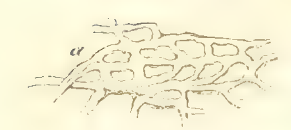


Fig. 9.





Diese Fasern von einer oder der andern Art bilden gewöhnlich die Grundlage, das Stroma, in welche die anderen Elemente, namentlich die Zellen, eingebettet sind. In der Regel treten neben den Fasern auch Blutgefäße auf.

3. Neben den Zellen und Fasern findet sich zwar nicht immer, aber doch häufig als wesentlicher

[1]) S. Icones hist. path. Taf. 8 u. Taf. 24. Viele Abbildungen s. b. Müller a. a. O.

[2]) Icones hist. path. a. d. a. O.

Bestandtheil des Skirrhus eine schleimige Flüssigkeit, die durch Essigsäure und Alaunlösung coagulirt wird (Pyine ?).

Diese beschriebenen Elemente sind jedoch in sehr wechselnder Menge zugegen, bald herrscht das eine, bald das andere vor, ja in einem und demselben Skirrhusknoten zeigen einzelne Partien oft eine ganz andere histologische Anordnung, als die übrigen. Daher denn auch von verschiedenen Schriftstellern viele Unterarten des Krebses beschrieben werden, die sich durch ihre physikalischen Eigenschaften unterscheiden. Es giebt aber so viele Uebergänge zwischen diesen Formen, daß nur wenige, deutlich charakterisirte Typen eigene Namen verdienen.

Am deutlichsten charakterisirt ist der Gallertkrebs (Alveolarkrebs, Cancer gélatiniforme), dessen physikalische Eigenschaften durch Laennec, Cruveilhier, Carswell, Otto u. A. hinreichend bekannt sind. In ihm herrscht immer die eben beschriebene schleimige durch Essigsäure und Alaunlösung gerinnende Flüssigkeit vor. Diese Flüssigkeit enthält gewöhnlich sehr blasse Zellen, die oft im Verhältniß zu denen der übrigen Skirrhusarten eine sehr bedeutende Größe erreichen.

Der Gallertkrebs hat unter allen Formen des Skirrhus die geringste Consistenz, es giebt jedoch andere Arten, die sich histologisch bestimmt von ihm unterscheiden, aber fast eben so weich sind. Sie enthalten ebenfalls jene schleimige Flüssigkeit, aber als vorwaltenden Bestandtheil eine große Menge Zellen und verhältnißmäßig nur wenig Fasern. Sie nähern sich histologisch sowohl als in ihren physikalischen Eigenschaften am meisten dem Markschwamm. Ein sehr schönes Beispiel dieses Typus bildet ein von mir untersuchter weicher Krebs des Kniegelenkes [1]).

Das entgegengesetzte Extrem bildet der feste Krebs, der nicht selten den Knorpeln an Härte und Festigkeit gleich kommt, so daß er beim Durchschneiden knirscht. In ihm herrschen immer die Fasern vor, bisweilen in so hohem Grade, daß man die sparsam eingestreuten Zellen leicht ganz übersehen kann. Diese Art des Skirrhus reiht sich daher histologisch den Fasergeschwülsten an, namentlich den Fibroiden, und sie hatte ohne Zweifel Valentin im Auge, wenn er sagt [2]), »daß die fibrösen Geschwülste des Uterus mit dem ächten Skirrhus durchaus in jeder Beziehung übereinstimmen«.

Zwischen diesen beiden Extremen, in deren einem die Fasern, im andern die Zellen überwiegend vorherrschen, finden sich aber die mannigfaltigsten Uebergangsformen, ja in einem und demselben Skirrhusknoten sind bisweilen diese Elemente in discrete schon mit unbewaffnetem Auge erkennbare Partien gesondert. Auf diese Weise entsteht Müller's Carcinoma reticulare, indem Gruppen von weißgelben Zellen in Form eines unregelmäßigen Netzwerkes in die mehr graue faserige Grundlage eingesprengt sind, wodurch ein Durchschnitt des Krebses für das unbewaffnete Auge ein marmorirtes Ansehen erhält [3]). Von einer eigenthümlichen Einlagerung der Krebszellen in runde durch vereinigte Fasern gebildete Kapseln war schon oben die Rede. Bei manchen Krebsen verlaufen die Fasern geradlinig, radienartig vom Mittelpunkt nach der Peripherie; man beobachtet dies vorzüglich häufig beim Leberkrebs. Andere histologische Verschiedenheiten des Krebses hängen mit seiner Entwicklung zusammen; von ihnen wird sogleich die Rede sein. Das von

---

[1]) S. Icones h. path. Taf. 8 Fig. 6.
[2]) Repertorium. Bd. 2 S. 275.
[3]) S. J. Müller a. a. O. S. 15 u. die dazu gehörigen Abbildungen auf Taf. 1.

Müller beschriebene Carcinoma fasciculatum oder hyalinum in frischem Zustande zu untersuchen, hatte ich leider bisher noch keine Gelegenheit, muß deßhalb ganz auf die von Müller davon gegebene Beschreibung[1]) verweisen. Das Carcinoma melanodes zeigt ganz die gewöhnlichen Elemente des Skirrhus, außerdem aber noch Pigmentzellen in größerer oder geringerer Anzahl.

Wir reihen hieran noch einige Bemerkungen über die Entstehung des Krebses und seine weiteren Schicksale. Ich hatte ein paarmal Gelegenheit, die histologischen Vorgänge bei der Entstehung dieses Pseudoplasma sehr deutlich verfolgen zu können und fand dabei mit großer Uebereinstimmung immer das Folgende: Als erste Grundlage des künftigen Skirrhus war ein vollkommen amorphes Blastem zu erkennen. Es war fest, glich morphologisch ganz dem geronnenen Faserstoffexsudat und verhielt sich chemisch wie eine Proteinverbindung. Dieses Blastem war in die Zwischenräume zwischen die Elementartheile der Gewebe abgelagert und umschloß dieselben auf das Genaueste; so sah ich es in der Lunge, in der Leber, im Zellgewebe. In diesem Blastem entwickelten sich Zellen. Diese Zellen waren theils solche, welche den wieder zerfallenden Zellen des Markschwamms und Skirrhus entsprachen, theils waren sie geschwänzt und schienen den Uebergang in Fasern darzustellen. Bisweilen waren es aber sehr große Zellen mit dicken Wandungen, welche letztere sich zu hohlkugeligen, concentrischen Faserpartien zu entwickeln schienen, während die Zellenhöhle sich mit runden Zellen erfüllte[2]). Hat der Krebs seine vollständige Entwicklung erreicht, so fängt er an, in Erweichung überzugehen. Dabei zerfallen immer die Zellen zuerst; die Fasern widerstehen länger, sie ragen noch eine Zeitlang als Brücken und Fasern in die Höhle des erweichten Krebses hinein, später sterben sie jedoch, des organischen Zusammenhanges mit ihren Umgebungen beraubt, gleichfalls ab, zerfallen und werden ausgeleert. Eben wegen dieses Widerstandes der Fasern ist der Verlauf des Krebses um so acuter, je mehr er sich dem Markschwamm nähert, je mehr die Zellen in ihm vorherrschen, — um so chronischer, je mehr er verhältnißmäßig Fasern enthält. Schon Meckel machte die Bemerkung[3]), daß der Markschwamm in der Regel in eben so viel Monaten tödtet, als der Krebs Jahre braucht. Die histologische Anordnung erklärt die Ursache dieser Verschiedenheit auf das Vollständigste.

Die Weiterverbreitung des Skirrhus und Markschwamms erfolgt ganz nach denselben Principien, welche für die bösartigen Geschwülste überhaupt aufgestellt wurden; 1. durch Wachsthum der einmal vorhandenen Knoten nach den allgemeinen Gesetzen des organischen Wachsthums — und auf der Verhinderung dieses Wachsthums beruht der Nutzen, welchen die Exstirpation solcher Skirrhus- und Markschwammknoten gewährt, die der Kunsthülfe zugänglich sind, und 2. durch Erzeugung neuer Markschwamm- und Skirrhusknoten bei fortdauernder allgemeiner Krankheitsdisposition.

Es ist hier der Ort, von gewissen Bildungen zu sprechen, welche mit mehren der erwähnten pathologischen Neubildungen in Zusammenhang zu stehen scheinen — ein Zusammenhang, der vorzüglich in neuester Zeit die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen und manche Controversen veranlaßt hat. Ich meine die sogenannten parasitischen Bildungen. Es sind dies selbstständige Organismen, thierische oder pflanzliche Individuen,

---

[1]) A. a. O. S. 22.

[2]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 8. Fig. 10.

[3]) Patholog. Anatomie II. 2. S. 301.

und sie gehören deßhalb nicht zu den pathologischen Geweben; aber gar nicht selten finden sie sich in pathologischen Neubildungen, stehen mit denselben in einem innigen Zusammenhang und verdienen insofern hier eine kurze Berücksichtigung.

Die hierhergehörigen thierischen Individuen sind Species aus den Classen der Insecten, der Arachniden, der Helminthen, der Infusorien; die Pflanzen dieser Art gehören meist den Pilz- und Schimmelbildungen an und die am häufigsten vorkommenden derselben sind wahrscheinlich den Gattungen Oidium (Link) und Torula beizuzählen [1]. Außerdem kommen aber auch noch ganz eigenthümliche Bildungen vor, deren Stellung im System der organischen Natur noch zweifelhaft ist. Sie wurden bis jetzt nicht beim Menschen, nur bei Thieren (Fischen) gefunden und von Joh. Müller Psorospermien genannt.

Das Verhältniß dieser verschiedenen Parasiten zum thierischen Organismus und zu dessen pathologischen Neubildungen ist offenbar ein verschiedenes und läßt sich unter folgenden Gesichtspunkten betrachten: Die meisten dieser Parasiten, namentlich die höher organisirten thierischen Individuen, kommen von außen her, durch mehr oder weniger zufällige Veranlassungen an und in den Organismus. Sie werden für denselben schädlich, indem sie wie jede andere äußere Krankheitsursache auf ihn einwirken, und der Grad ihrer Schädlichkeit hängt ab von dem Grade ihrer Extensität und Intensität als krankmachende Potenz. Dies gilt von den Läusen, von dem gewöhnlichen Floh; ihre Intensität als Krankheitsursache ist aber nur eine sehr geringe. Bedeutender ist sie beim Pulex penetrans und bei der wahrscheinlich hierher gehörenden Filaria medinensis. Die Frage, ob die eigentlichen Entozoen hierher gehören, hängt innig mit der Lehre von der Generatio aequivoca zusammen, dürfte aber nach den immer mehr zunehmenden Beobachtungen der neuesten Zeit bejahend beantwortet werden. Bei den Kräzmilben ist es zweifelhaft, ob sie selbst die Krankheitsursache bilden, oder nur als Träger eines Contagium die Entstehung der Krankheit vermitteln. Der Acarus comedonum dagegen [2]) scheint ein bloßer Parasit, der nur zufällig unter günstigen Umständen zur Krankheitsursache wird. Hieran schließen sich ganz unzweifelhaft auch mehre vegetabilische Bildungen: die Muscardine, die von Henle, Hannover, Stilling u. A. beobachteten confervenartigen Bildungen auf lebenden Thieren.

Dabei kommt aber offenbar noch ein zweites Moment in Betracht, wodurch in vielen Fällen die Bildung dieser Parasiten im lebenden Körper erst hervorgerufen, oder wenigstens begünstigt wird. Es sind dies gewisse ihrer Bildung vorausgehende Veränderungen im Körper selbst oder dessen einzelnen Theilen, Zersetzungen, die sich im Allgemeinen der Fäulniß nähern, oder wenigstens eine Geneigtheit zu derselben veranlassen. So entstehen Vibrionen und andere Infusorien nur in unreinen, fauligen Geschwüren, in schlecht gehaltenen Chankern, Hefenpilze kommen nur im diabetischen, nicht aber im normalen Urin vor. Die meisten Pilz- und Schimmelbildungen wurden auf halbzersetzten Pseudomembranen, bei Gangraena senilis, auf fauligen Geschwüren, oder bei einer allgemeinen Neigung des Körpers zur Zersetzung beobachtet. Bei den meisten parasitischen Bildungen sind die beiden erwähnten Momente, vorgängige Disposition des Körpers und äußere Krankheits-

---

[1]) S. Müller's Archiv 1842. S. 201.
[2]) G. Simon in Müller's Archiv 1842. S. 218 ff.

ursache, gleichzeitig zugegen. Der Parasit, oder der Keim desselben kommt von außen in den Körper, aber er entwickelt sich oder führt wenigstens zur Krankheit nur in dem Falle, wenn er eine ihm günstige krankhafte Disposition vorfindet; selten ist seine Energie so groß, daß er auch für einen ganz gesunden Organismus zur Krankheitsursache wird, ein Fall, wovon die Wirkung des Pulex penetrans ein lehrreiches Beispiel bildet.

Die genauere Betrachtung dieses Gegenstandes gehört nicht hierher, sie macht Untersuchungen nothwendig, welche tief in das Gebiet der Pathologie eingreifen, und hängt innig zusammen mit der Frage nach der Natur des Contagium, welche an einer andern Stelle dieses Werkes ihren Platz finden wird. Aber ein Gegenstand, der damit innig zusammenhängt, darf hier nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Mehre Beobachter der neuesten Zeit neigen sich der Ansicht zu, daß auch manche von den pathologischen Neubildungen, die wir im Vorhergehenden betrachtet haben, namentlich Skirrhus, Markschwamm und Tuberkel den parasitischen Bildungen beizuzählen seien. Parasiten in dem Sinne des Wortes, wie die erwähnten Thier- und Pflanzenbildungen sind jene Pseudoplasmen gewiß nicht, wenn sich auch nicht leugnen läßt, daß zwischen den individuellen Zellenbildungen, aus denen die niedrigsten Thiere und Pflanzen bestehen, und den Zellen, welche Theile höher organisirter Individuen bilden, eine große Analogie stattfindet. Wo aber die Grenze zwischen dem individuellen Leben der einzelnen Zellen und dem höhern Gesammtleben eines aus Zellen hervorgegangenen oder noch bestehenden Organismus gezogen werden muß, und ob sich wirklich eine solche strenge Grenze ziehen läßt, ist eine Frage, die mir gegenwärtig noch nicht zur Entscheidung reif scheint.

II. Pathologisches Schwinden und Zerfallen von Geweben.

Wie durch pathologische Einflüsse neue Gewebe entstehen, so können durch dieselben auch bereits vorhandene Gewebe zerstört, aufgelös't, zum Verschwinden gebracht werden. Die Art, wie dieses geschieht, kann eine sehr verschiedene sein und demgemäß werden die dabei stattfindenden Vorgänge auch mit verschiedenen Namen bezeichnet. In manchen Fällen verschwinden die Elementartheile der Gewebe langsam und allmälig, ohne daß sich morphologisch nachweisen läßt, was aus ihnen wird. Man pflegt dann zu sagen, sie werden resorbirt und der Theil des Körpers, den sie bilden helfen, schwindet, er verkümmert. Den Vorgang selbst, oder auch sein Resultat nennt man Atrophie. In anderen Fällen tritt die Vernichtung und Zerstörung der Gewebstheile rascher ein, es gelingt dann gewöhnlich der Beobachtung, die dabei stattfindenden Vorgänge nachzuweisen und zu zeigen, was aus den zerstörten Geweben wird. Aber diese Vorgänge, das davon abhängende physikalische und mikroskopische Verhalten der zerstörten Theile sind sehr mannigfaltig und darum auch die dafür gewählten Benennungen verschieden.

Um eine klare Einsicht in diese Processe zu bekommen, muß man zweierlei Momente, das genetische sowohl als das histologische, gleichzeitig im Auge behalten. Beide Momente gehen zwar immer Hand in Hand, aber ihr gegenseitiges Verhältniß ist sehr wechselnd. Nach Einwirkung derselben Ursache findet man nicht immer dieselbe histologische Veränderung und umgekehrt.

1. Allmäliges unmerkliches Schwinden der Gewebe, Atrophie. Wir sprechen hier nur von der Verkümmerung bereits ausgebildeter Gewebe, wiewohl sie ganz ebenso auch vorkommt bei der ersten Bildung, als mangel-

hafte Entwicklung. Bei der Atrophie verschwinden die Gewebe auf dieselbe unmerkliche Weise, wie beim Stoffwechsel, der die normale Ernährung und Umsetzung begleitet. Sie verschwinden in kleinen, gewöhnlich selbst mikroskopisch nicht wahrnehmbaren Partien und ihre Zersetzungsproducte werden sogleich von den allgemeinen Körperflüssigkeiten aufgenommen und weggeführt. Die Ursache der Atrophie ist im Allgemeinen eine gehinderte Ernährung, eine Verhinderung der normalen organischen Neubildung, welche, beständig vor sich gehend, den Wiederersatz der durch den Lebensact unbrauchbar gewordenen und aufgelös'ten Gewebstheile bewirkt. Speciell lassen sich anatomisch folgende Veranlassungen derselben nachweisen: Verhinderung der Blutzufuhr durch Verschließung der Arterien, welche entweder obliterirt sind, oder von außen her durch Geschwülste u. dgl. dauernd comprimirt werden. Beispiele hiervon bilden die Atrophien des Gehirns bei Verknöcherung und Obliteration der Carotiden und Vertebralarterien; die öfters beobachteten Atrophien der Milz und des Uterus aus ähnlichen Ursachen; die Atrophie der Testikel nach Obliteration der Arteriae spermaticae. Hierauf beruht auch die öfters mit Glück versuchte Methode, Geschwülste durch Unterbindung der zuführenden Arterien zu heilen oder wenigstens auf ein kleineres Volumen zu reduciren. Wahrscheinlich gehören hierher auch viele Arten der sogenannten Atrophia senilis, namentlich die Atrophie des Lungengewebes bei Greisen. Was hier die gehemmte Blutzufuhr bei einem einzelnen Organ, das bewirkt ohne Zweifel derselbe Zustand, wenn er weiter verbreitet ist, oder auch eine abnorme, zur Ernährung untaugliche Mischung der Blutmasse allgemein für den ganzen Körper, und viele Fälle von Marasmus, die Abmagerung bei Tabes, bei Bleichsucht, der Zustand, den man im gemeinen Leben Abzehrung nennt, möchten wenigstens zum Theil auf dieser Ursache beruhen. Eine zweite Ursache der Atrophie ist gestörte Innervation. Sie läßt sich auf zwei Momente zurückführen: einmal bewirkt eine lange fortdauernde Lähmung motorischer Nerven eine Atrophie der von ihnen versorgten Muskeln, zweitens kann ohne Zweifel eine gehinderte oder veränderte Function der Nerven, welche der Ernährung vorstehen, eine Atrophie veranlassen — doch fehlt für letztere Behauptung beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse vom vegetativen Nervensystem der anatomische und physiologische Nachweis. Beispiele solcher Atrophien sind die häufig beobachteten Fälle von örtlichem Schwinden eines oder mehrer Körpertheile bei Paralytischen, bei Localkrankheiten der Nerven; die Fälle von Atrophie der obern Extremität nach Luxationen des Humerus und dadurch bewirkten Druck auf den Plexus brachialis, der untern Extremität nach Verletzungen des Nervus cruralis und ischiadicus [1]). Die hierhergehörigen Fälle sind aber physiologisch deßhalb noch nicht vollkommen klar, weil sich nicht bestimmen läßt, wie viel auf der einen Seite die Paralyse der motorischen, auf der andern die der organischen Nerven und vielleicht auch eine gleichzeitige Compression der Gefäße zur Entstehung und Ausbildung der Atrophie beitrug. Eine dritte, und verhältnißmäßig die allerhäufigste Ursache von Atrophie, ist Druck von außen. Hierbei wird zwar in manchen Fällen auch die Blutzufuhr abgeschnitten, durch Compression der kleineren Gefäße und der Capillaren, aber die Beobachtung lehrt, daß dabei auch der unmittelbare Druck auf die Gewebstheile ein Schwinden derselben veranlaßt, wie bei Schwinden von Knochen durch den Druck von Geschwülsten, wo von einer Compres-

[1]) Carswell, Pathological anatomy. Atrophy. p. 11.

sion der Capillargefäße keine Rede sein kann. Die Beispiele solcher Atrophien sind sehr zahlreich. Es gehören hierher das Schwinden der Rippen, der Wirbel, durch den Druck von Aneurysmen, der Schädelknochen bei fungus durae matris; das Schwinden der verschiedensten Organe durch Druck von Geschwülsten; die Verödung des Lungengewebes durch Druck der in der Pleurahöhle angesammelten Flüssigkeit beim Empyem; das Schwinden von secernirenden Drüsen, wenn bei verschlossenem Ausführungsgang das angehäufte Secret einen beständigen Druck auf die Drüse ausübt, wie man es beim sogenannten Hydrops renum, bei den Speicheldrüsen, beim Pankreas beobachtet hat. Interessante und sehr häufig vorkommende Fälle solcher Atrophien sind ferner diejenigen, wo durch pathologisch neugebildete Gewebstheile, in der Regel durch neugebildetes fibröses Gewebe an der Oberfläche oder im Innern die Elementartheile normaler Gebilde zusammengedrückt und dadurch atrophisch werden. So entsteht allgemeine oder partielle Compression eines Lungenflügels mit Verödung seines Gewebes durch Verdickung der Pleura pulmonalis nach Pleuritis exsudativa und Umwandlung des Exsudates in fibröses Gewebe; ähnliche Atrophien in Folge von Compression kommen vor bei der Milz und Leber durch entzündliche Verdickung ihres Peritonealüberzuges. Auch die sogenannte Cirrhose der Leber beruht höchst wahrscheinlich auf einer Neubildung von fibrösem Gewebe im Innern derselben, in den Zwischenräumen zwischen den Leberläppchen und einer dadurch bewirkten Compression theils einzelner Leberläppchen, theils größerer Partien derselben.

Die histologische Untersuchung solcher atrophischen Theile weis't gewöhnlich keine deutliche Veränderung in ihnen nach: die Elementartheile sind dieselben, wie im Normalzustande und ebenso angeordnet. Bisweilen fehlen einzelne Gewebstheile, namentlich die zelligen, weicheren, leichter zersetzbaren, oder sind wenigstens im Verhältniß gegen die festeren, mehr fibrösen, an Quantität vermindert. So fand ich es öfters bei Atrophien der Milz; die Menge Blutkörperchen, welche in diesem Organe im Normalzustand so zahlreich sind, war vermindert, ebenso die der eigenthümlichen geschwänzten Körperchen, welche das weiche, pulpöse Gewebe der Milz bilden, das übrigbleibende Gewebe bestand hauptsächlich aus Fasern, wie sie in Bündel vereinigt, die Grundlage dieses Organes im Normalzustande bilden, zwischen welche die übrigen weicheren Elemente eingestreut sind. Offenbar hatte hier das fibröse Gewebe dem Druck und dem Schwinden mehr widerstanden, als die übrigen weicheren Theile.

Etwas Aehnliches beobachtet man gewöhnlich bei Verödung des Lungengewebes. Das fibröse Gewebe, welches die Grundlage des Lungenparenchymes bildet, ist vorhanden, ja es scheint verhältnißmäßig zu den übrigen histologischen Elementen vermehrt; die Maschen dagegen zwischen den Faserschlingen, welche im Normalzustande sehr deutlich sind und von den Luftzellen so wie von den Blutgefäßen der Lunge ausgefüllt werden, sind verringert oder ganz verschwunden. Gewöhnlich zeigt ein so verödetes Lungengewebe auch mehr schwarzes Pigment als im Normalzustande, dagegen sucht man vergebens nach Luft und Blut: diese beiden Elemente sind ganz verschwunden, oder auf ein Minimum reducirt. Bei schnell entstandenen Compressionen des Lungengewebes durch Empyem erscheinen die normalen histologischen Elemente gar nicht verändert, aber sie sind comprimirt, Luft sowohl als Blut sind verdrängt und das Gewebe erscheint oft mit Körnchenzellen erfüllt.

Ich hatte mehrmals Gelegenheit, den atrophischen Nervus opticus von Thieraugen, welche durch innere Entzündungen erblindet waren, mikroskopisch zu untersuchen. Der Nervus opticus war zusammengeschrumpft, sein Neurilem runzlich, aber histologisch unverändert, in seinem Innern enthielt er eine röthlichgraue Masse von weicher, gallertartiger Consistenz, die nur sehr wenig Nervenfasern zeigte, und meist aus Zellgewebe bestand.

2. Rascher eintretendes Zerfallen der Gewebe, wobei sich die Zerstörungsproducte deutlich nachweisen lassen. Der wesentliche Unterschied zwischen dieser und der vorigen Art von Zerstörung beruht darauf, daß hier die Beobachtung im Stande ist, die Vorgänge bei der Zerstörung nachzuweisen und zu zeigen, was aus den zerfallenen Geweben wird. Der Verlauf ist dabei zwar in der Regel acut und sehr rasch, doch ist dies nicht wesentlich, er kann auch ein sehr langsamer sein; so bei manchen Ulcerationen. Die Ursache des Verschwindens der Gewebstheile ist hier nicht eine normale Resorption, sondern ein pathologisches Absterben derselben. Die Art des Zerfallens und der Grad desselben ist aber verschieden, theils nach der Intensität der Ursache und des dabei stattfindenden Krankheitsprocesses, theils nach der Beschaffenheit des Gewebes; festere Gewebe, Knochen, Sehnenfasern, die Fasern des Lungengewebe's, die Epidermis rc. behalten auch nach dem Absterben noch einen gewissen Zusammenhang, sie werden in Stücken abgestoßen, welche gewöhnlich die frühere Structur noch ganz deutlich an sich tragen; weichere Gewebe verwandeln sich in einen Brei und dieser besteht bei hohem Grade der Zerstörung aus einer selbst unter dem Mikroskop höchst feinkörnig und fast structurlos erscheinenden Masse, einem organischen Detritus, dessen Herkommen und Ursprung sich oft nicht mehr ermitteln läßt. Je feiner und structurloser dieser Detritus ist, je langsamer dabei der Verlauf der Zerstörung, um so mehr nähert sich der Proceß dem unmerklichen Schwinden und es giebt Fälle, wo sich zwischen beiden Arten der Zerstörung durchaus keine strenge Grenze ziehen läßt.

Die Pathologie bezeichnet die hierher gehörigen Vorgänge mit verschiedenen Namen. Die gebräuchlichsten derselben sind die folgenden, die aber insofern viel Willkürliches an sich tragen, als sie weder alle hierher gehörigen Processe umfassen, noch ihren physiologischen Zusammenhang und ihre Verschiedenheiten auf eine genügende Weise ausdrücken.

Erweichung (Ramollissement, softening). Die Gewebe verlieren ihren normalen Zusammenhang, werden in eine weiche, breiähnliche Masse umgewandelt. Die Erweichung ist am häufigsten in Organen, welche schon im Normalzustande keinen hohen Grad von Consistenz besitzen, namentlich im Gehirn und Rückenmark. In diesen Organen lassen sich theils nach der veranlassenden Ursache, theils nach der eingetretenen histologischen Veränderung folgende Arten von Erweichung unterscheiden[1]). Rothe Erweichung. Die erweichte Gehirnsubstanz erscheint dem unbewaffneten Auge geröthet: die Röthe ist bald eine gleichmäßige, bald erscheinen in der gleichmäßig gerötheten Substanz noch viele intensiver rothe Blutpunkte. Unter dem Mikroskop sieht man immer die Primitivfasern der Gehirn- und Rückenmarksubstanz mehr oder weniger zerstört, zerfallen, die begleitenden Umstände zeigen aber Verschiedenheiten, je nachdem die rothe Erweichung bloß mit Congestion und Apoplexie oder zugleich mit Entzündung einhergeht. Im ersten Falle erscheinen in der erweichten Gehirnsubstanz unter dem Mikro-

[1]) Vgl. Gluge, Abhdlgen z. Phys. u. Path. Jena 1841. S. 13. ff.

skop sehr viele mit Blut überfüllte Capillaren, bald allein, bald von mehr oder weniger großen, mehr oder weniger dicht gedrängten Partien extravasirten Blutes begleitet [1]); hier ist in der Regel die Apoplexie (welche gewöhnlich Apoplexia capillaris) die Ursache der Erweichung, viel seltener (vielleicht nie) wird eine primäre Erweichung zur Ursache der Apoplexie. Weit häufiger ist die zweite entzündliche Art der rothen Erweichung. Sie zeigt folgende mikroskopische Charaktere: Zerfallene Primitivfasern, eine große Menge Blut, theils in die überfüllten Capillaren eingeschlossen, theils frei im Parenchym, Extravasate bildend, ganz wie bei der vorigen Art, aber zwischen diesen Elementen eine größere oder kleinere Menge von Körnchenhaufen und Körnchenzellen (Entzündungsproduct) [2]). Fragen wir hier nach dem Causalnexus zwischen Erweichung und Apoplexie, so ist bald die Apoplexie das erste Moment, Entzündung und Erweichung die Folge, bald umgekehrt (doch wie aus meinen zahlreichen Beobachtungen hervorzugehen scheint, seltner) die entzündliche Erweichung das erste und die Apoplexie die Folge. Die sogenannte gelbe Erweichung ist nur ein niederer Grad der rothen, indem das in geringerer Menge vorhandene Blut der erweichten Gehirnsubstanz statt einer rothen eine gelbe Färbung mittheilt. — Den Gegensatz der rothen Erweichung bildet die sogenannte weiße oder graue Erweichung des Gehirns und Rückenmarks. Hier fehlt für das unbewaffnete Auge die rothe Färbung, die Farbe der erweichten Theile ist die normale oder sie ist etwas mehr grau und schmutzig. Unter dem Mikroskop erscheinen die Primitivfasern ebenfalls mehr oder weniger zerstört, aber es fehlt sowohl das Extravasat als die Blutüberfüllung der Gefäße: die begleitenden Umstände sind nach der veranlassenden Ursache verschieden. Man muß unterscheiden: Entzündliche graue Erweichung. Zwischen den zerfallenen Primitivfasern finden sich Körnchenhaufen und Körnchenzellen in verschiedener Menge [3]), seltner Eiterkörperchen (Eiterbildung im Gehirn, Abscesse dieses Organes sind höchst selten mit Erweichung, gewöhnlich mit Verhärtung der umgebenden Theile durch das abgelagerte Faserstoffexsudat verbunden) [4]). Bei den übrigen Arten von weißer Erweichung des Gehirns und Rückenmarks fehlen die Körnchenzellen und man sieht zwischen den zerfallenen Primitivfasern durchaus nichts Abnormes: die Fasern selbst sind in rundliche Fragmente aufgelös't, welche noch die doppelten Contouren der Nervenfasern zeigen. Man sieht dies am deutlichsten im Rückenmark, weil dort die Primitivfasern breiter sind als im Gehirn [5]). Die Ursachen dieser primären weißen Erweichung ohne vorhergehende Entzündung lassen sich nur in wenigen Fällen mit Sicherheit nachweisen So beim Hydrocephalus acutus. Hier erscheint gewöhnlich die Gehirnsubstanz an den Wänden der Ventrikel, soweit sie mit dem ergossenen Serum in unmittelbarer Berührung steht, oberflächlich erweicht. Die Erweichung reicht nur auf eine Tiefe von ½ — 1 Linie, während die übrige Gehirnsubstanz normal erscheint, und beruht ohne Zweifel auf einer Maceration der Gehirnsubstanz durch das in den Ventrikeln angesammelte Serum. — Nach Rostan und Carswell [6]) kann eine ähnliche primäre Erweichung der Gehirnsubstanz

---

1) Vgl. Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 1.
2) Vgl. Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 2 u. 4. I. H. Benett. Edinburgh medical and surg. Iournal. 1842. Octob. p. 364. foll.
3) Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 3. 4) Vgl. Icones Taf. 13.
5) S. Icones hist. path. Taf. 13. Fig. 7. u. 8.
6) Pathological anatomy. Softening. p. 8. Plate IV. Fig. 4.

in seltenen Fällen durch eine Obliteration der zuführenden Arterien veranlaßt werden. Von anderen Arten der idiopathischen Gehirnerweichung, wie sie namentlich im kindlichen Alter, aber auch bei Erwachsenen im Typhus u. s. w. vorkommen, sind sowohl die Ursachen, als der eigentliche pathologische Hergang bis jetzt unbekannt. Erweichungen anderer Organe. Ihre histologischen Charaktere sind sehr verschieden, je nach der Ursache, welche die Erweichung hervorrief. Ich will hier nur einige beschreiben, die ziemlich häufig vorkommen, oder die ich zufällig zu untersuchen Gelegenheit hatte. Mehre hierhergehörige Arten werden später bei der Gangrän noch genauer besprochen werden. Erweichung des Lungengewebes, die sogenannte Splenisation dieses Organes, kommt häufig vor bei Typhus und nimmt gewöhnlich den am tiefsten liegenden, d. h. den untern und hintern Theil der Lungen ein. Sie beruht auf einer längere Zeit bestehenden (der sogenannten passiven) Hyperämie, oder kommt wenigstens, wenn sie auch nicht immer die alleinige Folge dieses Zustandes sein mag, immer zugleich mit demselben vor. Das Lungengewebe erscheint dunkelroth oder braunschwarz, ist schwer, mürbe und leicht zerreißlich, ergießt beim Durchschneiden eine große Menge einer theerähnlichen Flüssigkeit (Blut), knistert nicht und sinkt im Wasser zu Boden. Unter dem Mikroskop sieht man darin keine Luft, dagegen sehr viel Blut, dessen Körperchen mehr oder weniger verändert, in größeren Partien eine schmutzige Purpurfarbe zeigen. Wird das Blut mit Wasser ausgewaschen, so läßt sich an dem übrigbleibenden Lungengewebe nichts Abnormes entdecken. — Die Erweichung des Lungengewebes nach Entzündungen, bei der sogenannten grauen Hepatisation, ist bedingt durch das Zerfallen des entzündlichen Exsudates, welches den Uebergang desselben in Eiter begleitet. — Erweichung der Milz ist gar nicht selten: sie bildet wohl die häufigste aller Erweichungen. In seltneren Fällen hängt sie von Gangrän, von Blutextravasat (Apoplexie) oder von Entzündung (Erweichung des Exsudates durch Bildung von Eiter oder Körnchenzellen) ab, und zeigt dann die diesen Processen eigenthümlichen histologischen Veränderungen. Häufiger beobachtet man sie beim Typhus oder auch ohne allen nachweisbaren Zusammenhang mit bestimmten Krankheitsprocessen. Sie charakterisirt sich dann folgendermaßen: Das Innere des Organes ist weicher als gewöhnlich und bildet mehr oder weniger eine halbflüssige, theerartige oder syrupähnliche Masse. Bei geringerm Grade der Erweichung läßt sich das Gewebe wenigstens leicht mit den Fingern zu einer ähnlichen pulpösen Masse zerreiben. Unter dem Mikroskop zeigt diese Pulpe eine sehr große Menge von Blutkörperchen. Werden diese mit Wasser ausgewaschen, so bleiben die normalen, dem Milzparenchym eigenthümlichen geschwänzten Körperchen übrig, die gewöhnlich in sehr großer Menge zugegen sind. Zwischen ihnen erscheinen die normalen Fasern (meist in Bündel vereinigt), und Blutgefäße der Milzsubstanz: andere Elemente, die nicht schon in der normalen Milz vorkämen, habe ich in den erwähnten Fällen von Erweichung nie gefunden. Diese histologischen Data machen es wahrscheinlich, daß die Erweichung hier ebenso wie bei der Splenisation der Lunge auf einer (passiven) Hyperämie beruht und daß vielleicht die Disposition zu dieser Erweichung durch ein Ueberwiegen der locker zusammenhängenden Milzkörperchen über die faserige Grundlage des Milzparenchyms hervorgerufen wird. — Erweichung der Leber ist gewöhnlich gangränöser Natur: von dieser später. Entzündliche Erweichungen dieses Organes sind in unseren Klimaten sehr selten. Ich hatte erst einmal Gelegenheit, einen sehr

hohen Grad dieser Veränderung genauer zu untersuchen. Die ganze Leber war erweicht, breiähnlich, ihre Farbe gelb und schmutzigroth gefleckt. Unter dem Mikroskop erschien diese Pulpe als eine unbestimmt körnige Masse mit vielen Fetttropfen, Fettkörnchen und Blutkörperchen. Nachdem die zahlreichen Blutkörperchen, welche die übrigen Elemente verdeckten, mit Wasser ausgewaschen waren, kamen sehr viele runde oder ovale farblose Körperchen von $^{1}/_{300}$ — $^{1}/_{500}{}'''$ zum Vorschein, von denen die meisten einen deutlichen Kern zeigten. Es waren dies ohne Zweifel Kerne von Leberzellen; die Zellen der Lebersubstanz selbst waren an den meisten Stellen ganz verschwunden, nur hie und da sah man noch einzelne unveränderte, doch sehr selten. An einigen Stellen erschienen in der erweichten Masse kleine (mikroskopische) orangefarbige Partien von Gallenfarbestoff. Anderwärts enthielt das Leberparenchym weißgelbe Partien, die unter dem Mikroskop vollkommen amorph erschienen — Faserstoffexsudat —; in ihrer Umgebung sah man sehr viele Körnchenzellen. Die Erweichung war offenbar von diesen Entzündungsheerden ausgegangen und beruhte, wie die histologische Untersuchung zeigte, auf einem Zerfallen der Leberzellen, wobei bloß die Kerne derselben übrig blieben. — Erweichung der Magenschleimhaut, wie sie als Nachkrankheit beim Typhus und Schleimfieber vorkommt, habe ich öfters untersucht, ohne jedoch dabei eine auffallende histologische Abnormität auffinden zu können. Die blinddarmähnlichen Magendrüsen waren immer mehr oder weniger deutlich vorhanden und zeigten die normale Anordnung, nur war das ganze Gewebe der Schleimhaut weicher und ließ sich leichter zu Brei zerreiben, als im Normalzustande. Aehnliche negative Resultate giebt die histologische Untersuchung bei der Gastrobrosis der Kinder, doch findet man dabei gewöhnlich noch die Elemente von zersetztem und coagulirtem Blut mit dem Detritus der normalen Gewebe gemischt. Erweichungen der Magenhäute, wie sie in den Leichen gesunder, schnell verstorbener Personen, namentlich bei Selbstmördern und Getödteten, die während des Verdauungsprocesses starben, vorkommen, und die ohne Zweifel von einer chemischen Einwirkung des Magensaftes auf die Wände dieses Organes, von einer Selbstverdauung des Magens herrühren, habe ich nicht untersucht. Wahrscheinlich wird das Gewebe der Magenhäute dabei, ohne daß neue pathologische Elemente auftreten, in einen unbestimmten breiigen Detritus verwandelt; wenigstens geschieht dies bei allen künstlichen Verdauungen der Magen von Menschen oder Thieren in ihrer eigenen Verdauungsflüssigkeit, wobei ich den Vorgang oft mikroskopisch verfolgt habe. Erweichungen der Magenhäute durch den chemischen Einfluß scharfer Stoffe, namentlich bei den so häufigen Selbstvergiftungen durch Trinken von Schwefelsäure, habe ich mehrmals untersucht. Das Product der Zerstörung bildet eine braunschwarze, flockige, kaffeesatzähnliche Materie, die gewöhnlich in sehr großer Menge vorhanden ist, theils in der Höhle des Magens angehäuft, theils, wenn dieser perforirt ist, in die Bauchhöhle ergossen. Sie besteht, mikroskopisch untersucht, aus Klümpchen und Klumpen geronnenen Blutes, dessen Körperchen durch die Säure braunroth gefärbt und in durch die Säure coagulirtes Eiweiß eingeschlossen sind, so daß nur ein geübter Beobachter die einzelnen Blutkörperchen aus den unförmlichen braunrothen Massen herausfinden kann. Die zerstörten Elemente der Magenhäute sind im Verhältniß zu diesem coagulirten Blute immer in so geringer Menge vorhanden, daß man sie gewöhnlich nicht herausfinden kann. Ganz ähnlich, wie in den eben beschriebenen Fällen, verhält sich histologisch die kaffeesatzähnliche Masse,

welche man häufig bei perforirenden Magengeschwüren oder beim Magenkrebs in der Magenhöhle oder in der erbrochenen Flüssigkeit findet. Sie besteht ebenfalls aus Blut, welches, aus zerstörten Gefäßen ergossen, durch die Säure des Magensaftes coagulirt und verändert erscheint. Ganz ähnlich verhalten sich ferner die Stuhlentleerungen bei Meläna. Erweichung der Knochen. Die Erweichung des Knochengewebes, wie man sie bei Rhachitis und Osteomalacie beobachtet, beruht bekanntlich auf einer Veränderung in der chemischen Zusammensetzung dieser Theile des Körpers. Die Menge der Kalksalze, welche die normalen Knochen enthalten und die etwa zwei Drittheile ihres ganzen Gewichtes beträgt, nimmt ab, sinkt auf die Hälfte, auf ein Drittheil, ja noch weniger. Ob hiermit histologische Veränderungen der Knochensubstanz Hand in Hand gehen, weiß ich nicht, da ich nie Gelegenheit hatte, solche Knochen in frischem Zustande mikroskopisch zu untersuchen. Dagegen hatte ich Gelegenheit, die Erweichung des Zahngewebes unter dem Mikroskop zu prüfen. Ein an der Krone cariöser menschlicher Augenzahn wurde ausgezogen. Seine Substanz war so erweicht, daß sie sich leicht mit dem Messer schneiden ließ. Unter dem Mikroskop erschien die erweichte Substanz des Zahnbeines vollkommen unverändert. Sie zeigte die normalen parallelen Röhren mit ihrem Zwischengewebe und es ließ sich durchaus nichts Abnormes wahrnehmen. Durch Zusatz von Salzsäure erfolgte unter dem Mikroskop eine sehr reichliche Entwicklung von Luftblasen aus dem ganzen Gewebe. Darnach zu schließen war also die Menge des im Zahnbeine enthaltenen kohlensauren Kalkes nicht wesentlich vermindert. Erdl hat in cariösen Zähnen mikroskopische Confervenbildungen beobachtet. — Erweichungen der Gewebe, die nach dem Tode, in Folge von Fäulniß vorkommen, gehören nicht hierher, dagegen schließen sich an die beschriebenen Erweichungen diejenigen an, welche in pathologisch neugebildeten Geweben vorkommen, im Skirrhus, Markschwamm, Tuberkel. Bei diesen liegt die Erweichung in der normalen Entwicklung dieser Gewebe, gehört zu ihrem Begriffe. Die hierbei stattfindenden Vorgänge und die histologischen Charaktere wurden bereits bei den Pseudoplasmen betrachtet: wir kommen in der Folge nochmals darauf zurück.

Brand (Gangrän, Sphacelus), ein Begriff, der sich weder pathologisch noch anatomisch und histologisch genau bestimmen und von den verwandten Processen mit Sicherheit unterscheiden läßt. Er ist charakterisirt durch ein Absterben der Gewebe, wobei sich die abgestorbenen Partien anatomisch mehr oder weniger deutlich nachweisen lassen. Die abgestorbenen Theile sind in der Regel mißfarbig, blauschwarz oder rothbraun, bald breiartig erweicht und von eigenthümlichem, ekelhaft süßlichem oder aashaftem Geruch (feuchter Brand, Gangrän), bald verschrumpft und trocken, lederartig zähe oder mumificirt (trockner Brand, Sphacelus). Die Ursachen des Brandes sind verschieden: er kann abhängen von Entzündung (s. den Artikel Entzündung S. 340), von Störungen in der Blutzufuhr durch Verschließung, Obliteration, Verknöcherung der Arterien, von einer Zersetzung der gesammten Blutmasse bei Typhus und Faulfiebern, von Imprägnation der Organe mit Gallenfarbestoff, von mechanischer Zerstörung der Organe, namentlich ihrer Blutgefäße und Nerven, von Erfrierung, intensiver Hitze, von chemischer Zerstörung oder specifischer Zerstörung durch Gifte und Contagien (Rotz, Milzbrand, Pestcarbunkel). Die histologischen Verhältnisse dabei sind ebenfalls nach Art und Ursache verschieden. Bald findet man nur die mehr oder weniger deutlichen Reste der zerfallenen Elementar-

theile, bald außerdem noch andere Substanzen, namentlich extravasirtes Blut und dessen Zersetzungsproducte. Namentlich besteht die sogenannte Brandjauche beim feuchten Brande immer aus zersetztem Blute: sie bildet eine rothe oder rothbraune Flüssigkeit, die unter dem Mikroskope gar keine körperlichen Theile zeigt. Die folgenden Beispiele sollen dienen, diese histologischen Verschiedenheiten bei verschiedenen Arten des Brandes und in verschiedenen Organen nachzuweisen und zu erläutern. Gangrän des Zellgewebes (am Rücken, in Folge einer penetrirenden, gerissenen Brustwunde). Das gesammte Gewebe war in eine graugelbe, weiche, schmierige Masse verwandelt, aus der sich eine trübe Flüssigkeit in reichlicher Menge ausdrücken ließ. Diese zeigte, wiewohl in ihren physikalischen Eigenschaften dem Eiter sehr ähnlich, doch keine Spur von Eiterkörperchen, überhaupt keine körperlichen Theile außer einer Menge Körnchen, große Oeltropfen und Fettkugeln, welche krystallinische Ablagerungen von Margarin oder Margarinsäure einschloßen. Durch Essigsäure gerann die Flüssigkeit zu einer amorph-körnigen Masse. Das gangranöse Gewebe selbst enthielt noch unzerstörte Partien von Zellgewebs- und Sehnenfasern, dazwischen eine amorph-körnige Masse mit viel Oeltropfen und nadelförmigen, in Gruppen vereinigten Krystallen von Margarin [1]). Diese gangränöse Partie ging allmälig in das gesunde Gewebe über. Letzteres hatte eine rothbraune Farbe, glich histologisch dem normalen Fettzellgewebe, aber alles Blut desselben war aufgelös't, die Blutkörperchen vollständig verschwunden. Hier und da fanden sich im Fettzellgewebe schwarze Körner (Pseudomelanose aus zersetztem Blute). — Bei weiter vorgeschrittener Gangrän sind die Fasern des Zellgewebes sowohl, als die Sehnenfasern in eine feinkörnige Masse zerfallen, deren Aneinanderlagerung oft noch die Contouren der ursprünglichen Fasern erkennen läßt [2]). Trockner Brand der Haut und des Unterhautzellgewebes in Folge von Aufliegen (Decubitus), den ich sehr häufig, namentlich bei Typhusleichen untersucht habe, zeigt folgendes Verhalten: Die Haut ist in eine sehr feste, zähe, schwarze Masse verwandelt, die in ihren Eigenschaften mit der Schwarte des geräucherten Speckes übereinkommt. Das darunterliegende Fettzellgewebe erscheint in der Regel stark geröthet. In letzterem sieht man unter dem Mikroskop die normalen Fettzellen, welche in der Regel Gruppen von nadelförmigen Margarinkrystallen einschließen. Seine Gefäße sind bald mit unversehrtem Blute überfüllt, bald sind die Blutkörperchen verschwunden, ihr Farbestoff im Serum aufgelös't. Die Zellgewebsfasern unmittelbar unter der Haut sind meist noch wohl erhalten, zwischen ihnen eine unbestimmt pulverige Masse von brauner Farbe in größerer oder geringerer Menge abgelagert. Die schwarzgefärbte, verschrumpfte Cutis erhält bei niederem Grade des Uebels durch feine Zertheilung und Auffaserung mittelst Nadeln ihre normale weißliche Farbe wieder. Dann zeigt sie unter dem Mikroskop ganz ihre gewöhnliche, normale Beschaffenheit, dicht verschlungene Bündel von unveränderten Zellgewebsfasern. In anderen Fällen, wo die Zerstörung weiter fortgeschritten, erscheint die ganze Cutis in eine unbestimmte, structurlose Masse zerfallen, in der sich nur noch hier und da die Spuren der ursprünglichen Fasern erkennen lassen. — Gangrän der Muskeln. Bei einem vom Typhus ergriffenen Mädchen waren in den letzten Tagen vor dem Tode beide Arme grangränös geworden. Das subcutane Zellgewebe

---

[1]) Icones histol. path. Taf. 24. Fig. 10.
[2]) Icones h. p. Taf. 10. Fig. 3. — Gluge, Dissertat. Berolini 1835. —

derselben zeigte sehr zahlreiche Ekchymosen zwischen und in den Fettpartien, Infiltration mit einem weinrothen Blutserum, die Muskeln waren erweicht, schmierig, leicht zerreißbar. Unter dem Mikroskop war das Blut fast überall verschwunden, keine Blutkörperchen sichtbar, diese vielmehr im Serum aufgelös't. Die Zellgewebsfasern dagegen noch deutlich, zu den gewöhnlichen wellenförmig geschlängelten Bündeln vereinigt; dazwischen viele Körnchen, Fetttropfen und Margarinkrystalle. Die Primitivfasern der Muskeln waren überall noch sichtbar, zeigten, wo sie weniger erweicht erschienen, stellenweise noch ihre gewöhnlichen Querstreifen: wo die Zerstörung weiter vorgeschritten war, sah man zwar ebenfalls noch ihre ursprünglichen Contouren, aber die Primitivbündel waren ganz blaß, durchsichtig, gallertartig, ohne alle Spuren von Quer- oder Längsstreifen[1]). — Gangränöse Zerstörung innerer Organe. Gangrän der Milz. Die Milz eines an Empyem (durch Aufbruch erweichter Tuberkeln in die Pleurahöhle veranlaßt) verstorbenen Mannes erschien äußerlich schieferfarbig, auf dem Durchschnitt im Innern normal, an der Peripherie aber erweicht, mißfarbig, dunkelblauschwarz, von aashaftem, brandigem Geruch, eine Veränderung, die an einzelnen Stellen nur 1 — 2 Linien, an anderen wohl 6 — 8 Linien in die Tiefe eindrang. Diese erweichte, mißfarbige Partie zeigte unter dem Mikroskop 1) fast überall eine große Menge schwarzer Körner von $^{1}/_{400}$, $^{1}/_{800}$ — $^{1}/_{1000}$''' Dchm. Sie sind unregelmäßig rund, intensiv schwarz, werden durch Wasser, Essigsäure und Ammoniak nicht aufgelös't, sind nicht in Zellen eingeschlossen, sondern ganz frei in der Masse zerstreut. An einzelnen Stellen sind ganze Partien schwarz infiltrirt, ohne daß sich die schwarze Masse in einzelne distincte Körnchen zerlegen ließe. Diese Pseudomelanose ist ohne Zweifel ein Product des gangränös zersetzten und veränderten Blutfarbestoffes. 2) An vielen Stellen finden sich im erweichten Gewebe größere oder kleinere Partien zersetzten Blutes, geronnene Klümpchen von braunrother Farbe bildend (man trifft sie fast immer bei feuchtem Brande und sie zeigen in den verschiedensten Organen dieselben histologischen Charaktere). Auch zwischen ihnen sind die erwähnten melanotischen Körner eingestreut. 3) Wird das Gewebe mit Wasser ausgewaschen, um den Blutfarbestoff so viel als möglich zu entfernen, so bleiben amorphe und feinkörnige Partien übrig, welche durch Behandlung mit kaustischem Ammoniak etwas, aber nicht ganz durchsichtig werden (Reste der Blutcoagula?). Die Gefäße der Milz und ihre fibröse Grundlage erscheinen deutlich, die geschwänzten Milzkörperchen dagegen sind verschwunden und scheinen zerstört[2]). — Gangrän der Lunge. Ausgebildeter Zustand. An den brandigen Stellen ist das Lungengewebe vollkommen erweicht, breiartig, dunkelrothbraun gefärbt, von ekelhaftem, aashaftem Geruch. Unter dem Mikroskop erscheint es erfüllt von rostfarbigen Massen geronnenen und zersetzten Blutes[3]), das Lungenparenchym selbst ist zerstört, in einen feinkörnigen Detritus zerfallen, von seinen eigenthümlichen Fasern sieht man nur hier und da noch Spuren. Gewöhnlich ist die Gangrän nicht umschrieben, die davon ergriffenen Theile gehen vielmehr allmälig in das gesunde Lungenparenchym über. Verfolgt man diesen Uebergang mikroskopisch, so sieht man nach den normalen Partien hin das normale Lungenparenchym immer deutlicher werden, es erscheinen seine Faserbündel und ihre Maschen, auch die Blutgefäße, mit normalem rothen nicht

[1]) Icones histol. path. Taf. 10. Fig. 1. u. 2.
[2]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 10. Fig. 5. [3]) Icones h. p. Taf. 10. Fig. 4.

zersetzten Blute angefüllt. — Niederer Grad von Lungengangrän. Das Gewebe erscheint weniger dunkel und chocoladefarbig, mehr hellrothbraun, es enthält aber keine Luft und zeigt sich unter dem Mikroskop ganz mit zersetztem Blute erfüllt, dessen Blutkörperchen verschwunden, im Serum aufgelös't sind. Im zersetzten Blute entdeckt man einzelne rothe Coagula (geronnenes Blut) und nicht selten farblose Krystalle von unbestimmter Form, die sich in Essigsäure auflösen (phosphorsaure Ammoniak-Magnesia?). Nach dem Auswaschen des zersetzten Blutes erscheint das Lungengewebe mehr oder weniger normal, die Fasern sind zwar meist noch deutlich, aber mit einer unbestimmten pulverigen Masse bedeckt [1]. — Gangrän der Leber mit Infiltration von Galle, bedingt durch Verschließung des Ductus hepaticus von einem Gallenstein. Die Leber erscheint dunkelbraungrün, ihr Gewebe auffallend verändert, blasig, emphysematös, knistert beim Durchschneiden, und widersteht dem Messer, so daß man mit dem Doppelmesser keinen brauchbaren Durchschnitt machen kann, was sonst bei der Leber so leicht gelingt. Die herausgedrückte Flüssigkeit reagirt sauer und hat einen mehr brenzlichen, nicht deutlich gangränösen Geruch. Unter dem Mikroskop sah man bei schwacher Vergrößerung keine deutlichen Leberläppchen, das ganze Gewebe war lebhaft gelb gefärbt und mit Klumpen von zersetztem Blute erfüllt, die eine rothbraune, dunkelbraune, bis dunkelschwarze Farbe zeigten. Bei stärkerer Vergrößerung sah man von den eigenthümlichen Leberzellen kaum Spuren: sie schienen alle zerstört. Dagegen entdeckte man sehr bedeutende Ablagerungen von Gallenfarbestoff (Galle?), in allen Farbennüancen vom hellen Gelb bis zum feurigen Orange; sie färbten bald das Gewebe gleichmäßig, bald bildeten sie selbstständige körnig-amorphe Massen von unbestimmter Form und Größe. Man sah ferner Partien von geronnenem Blut, welche alle Nüancen vom Rothbraunen bis in's Mattschwarze an sich trugen: sehr viele Partien von krystallinischen Nadeln, einzeln farblos, in Massen braun gefärbt (Margarin und Margarinsäure); endlich noch rothbraune Tropfen oder Kugeln (flüssiges Fett?) [2]. — Dieselbe Leiche bot auch ein Beispiel einer gangränösen Erweichung der Nieren, mit Ablagerung von Gallenfarbestoff. Beide Nieren hatten eine intensiv gelbe Farbe, namentlich an der äußern Oberfläche, im Innern erschienen sie röthlich, waren sehr weich, fast breiartig. Unter dem Mikroskop erschien das ganze Parenchym intensiv gelb gefärbt, hier und da bemerkte man selbstständige sehr intensiv orange gefärbte Ablagerungen von Gallenfarbestoff. Die Malpighi'schen Körperchen waren sehr undeutlich, blaßgelb, ohne alle Spur von Blut. Deutlich waren die Harnkanäle mit ihren schlingenförmigen Enden; auch sie erschienen gelb gefärbt und enthielten stellenweise Anhäufungen von Blutkörperchen. Zwischen den normalen Elementen sah man hier und da Partien von geronnenem und zersetztem Blut, von dunkelrothbrauner, selbst schwarzer Farbe [3].

Verschwärung, ulceröse Zerstörung. Bei ihr, wie beim Brande und der Erweichung lassen sich die Producte der Zerstörung als organischer Detritus histologisch nachweisen; zugleich findet man hier neben den zerstörten Elementartheilen der ursprünglichen Gewebe immer noch Reste von zerfallenen pathologischen Neubildungen, welche die Ulceration eingeleitet haben. Der Gang der ulcerösen Zerstörung ist ferner, verglichen mit dem des Brandes und der Erweichung meist ein langsamer, chronischer.

---

[1]) S. Icones Taf. 17. Fig. 5—7. [2]) Icones hist. path. Taf. 20. Fig. 1—4.
[3]) Icones hist. path. Taf. 23. Fig. 1.

Ich glaube, daß man den Begriff der Verschwärung auf die gar nicht seltenen Fälle beschränken muß, wo die Gewebstheile von einem amorphen Exsudate umschlossen sind und durch dessen Einwirkung allmälig zerfallen, indem theils das sie enge umschließende Exsudat ihre Ernährung verhindert, theils die Erweichung, das Zerfallen, welches dem Exsudate seiner Natur nach zukommt, sich durch eine Art Contactwirkung auch auf die normalen Gewebstheile fortpflanzt. (Vgl. das im Artikel »Entzündung« auf S. 357 hierüber Gesagte.) Im weitern Sinne gehört hieher nicht bloß die eigentliche Verschwärung, sondern auch die Zerstörung der Gewebe durch Pseudoplasmen, Tuberkel, Markschwamm, Skirrhus. Um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, verweise ich auf das, was bereits bei der Betrachtung dieser Pseudoplasmen hierüber gesagt wurde.

III. Veränderungen in den physikalischen Eigenschaften der Gewebe.

Sie bestehen hauptsächlich in einer Veränderung der Consistenz und der Farbe.

1. Von den Veränderungen der Consistenz wurde die Verminderung derselben, die Erweichung, bereits betrachtet, es bleibt uns nur ihr Gegentheil, die Verhärtung, zu besprechen übrig.

Zur Verhärtung (Induration) werden alle Fälle gerechnet, wo die normale Consistenz eines Gewebes vermehrt erscheint. Sie ist gewöhnlich um so deutlicher, fällt um so eher in die Augen, je weicher das davon befallene Organ im Normalzustande zu sein pflegt, und gewisse Verhärtungen, bei denen sich keine histologische Veränderung nachweisen läßt, finden sich nur in sehr weichen Organen, z. B. im Gehirn. Die Verhärtung zeigt aber nach ihrer verschiedenen Ursache auch ein sehr verschiedenes histologisches Verhalten. Man kann folgende Arten derselben unterscheiden, zwischen denen jedoch sehr verschiedene Uebergänge und Combinationen stattfinden können. — Verhärtung ohne nachweisbare histologische Veränderung. Sie findet sich am häufigsten im Gehirn, und zwar ausschließlich in der weißen Substanz desselben. Diese ist derber als gewöhnlich, zähe, lederartig, trocken und glanzlos. Man beobachtet sie bei Manie, bei Typhus, bisweilen ohne allen nachweisbaren Zusammenhang mit einer bestimmten Krankheit. Unter dem Mikroskop läßt sich eine deutliche histologische Veränderung der Gehirnsubstanz nicht auffinden. Ich glaube, daß diese Verhärtung des Gehirnes auf eine Anämie der Gehirnsubstanz und einen dadurch herbeigeführten Mangel an Serum, an normaler Ernährungsflüssigkeit zurückgeführt werden muß: wenigstens findet man dabei die Gehirnsubstanz sehr weiß, blutleer, trocken und glanzlos. Andere sich hier anschließende Verhärtungen der Gehirnsubstanz haben wahrscheinlich eine chemische Ursache. So die Verhärtungen, welche man nach Bleivergiftungen beobachtet [1]). Eine kürzlich von mir beobachtete sehr bedeutende Verhärtung der Substanz des großen Gehirnes glaube ich der chemischen Wirkung von Alkohol zuschreiben zu müssen. Ein sehr robuster Mann starb plötzlich, nachdem er nach reichlichem Genuß von Spirituosis eine Nacht bei einer Kälte von etwa — 2° im betrunkenen Zustand im Freien zugebracht hatte. Die auffallend derbe, lederartige, zähe Gehirnsubstanz entwickelte einen sehr deutlichen, allen Umstehenden wahrnehmbaren Alkoholgeruch. Die mikroskopische Untersuchung derselben zeigte keine auffallende Abnormität. — Nächst dem Gehirn findet man am häufigsten das Gewebe der Milz verhärtet, ohne daß sich eine deutliche Abnormität der histologischen Elemente dieses Organes dabei beobachten ließe. Das

---

1) Gluge, Abhandlungen z. Physiol. u. Pathologie. Jena 1841. S. 9.

gesammte Gewebe der Milz ist derber, weniger weich als gewöhnlich: die Farbe ist gewöhnlich heller, weniger braunroth, als im Normalzustande. Dieser Umstand läßt vermuthen, daß auch hier die Verhärtung auf einer Anämie beruhen möge, eine Vermuthung, welche durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt wird. Man findet dann nämlich immer weniger Blutkörperchen, und weniger Flüssigkeit, als in der normalen Milz. Häufig ist dabei auch der pulpöse Theil des Milzgewebes, die geschwänzten Milzkörperchen, im Verhältniß zur Quantität des Fasergewebes vermindert. — In anderen Organen werden solche Verhärtungen nicht leicht beobachtet. — Verhärtung durch Ablagerung fremdartiger Theile zwischen die Elemente der Gewebe. Die häufigste Art ist die Ablagerung von amorphem Faserstoffexsudat zwischen die Elemente der Gewebe. Es werden dadurch, nach dem Gerinnen und Festwerden des Exsudates alle Zwischenräume zwischen den ursprünglichen Gewebstheilen ausgefüllt und die ganze, so veränderte Partie in eine compacte speckige Masse umgewandelt. Die Genesis dieser Verhärtung wurde bereits im Artikel »Entzündung« und ebenso in diesem Artikel bei Gelegenheit der pathologischen Neubildungen ausführlich erörtert. Die Verhärtung selbst hat in der Pathologie nach ihren Ursachen verschiedene Namen erhalten: entzündliche Verhärtung, skrophulöse Verhärtung u. s. f. Sie ist gewöhnlich mit einer Volumsvergrößerung des betreffenden Theiles, mit Anschwellung verbunden, und wird dann zur Geschwulst, die gewöhnlich auf einen kleinen Theil des ergriffenen Organes beschränkt, umschrieben, seltner ausgebreitet und allgemein erscheint. Gewöhnlich ist diese Art der Verhärtung nur vorübergehend, sie dauert nur so lange, als das Exsudat, welches sie hervorruft, in einem amorphen oder nahe amorphen Zustand verharrt. Je nach den weiteren Schicksalen dieses Exsudates kann sie wieder verschwinden, wenn das Exsudat resorbirt wird, kann in Erweichung und ulceröse Zerstörung übergehen, wenn das Exsudat zum Wiederzerfallen bestimmt ist, oder sie kann sich in eine der folgenden Arten der Verhärtung umwandeln. Die mikroskopische Untersuchung zeigt bei dieser Art der Verhärtung immer die normalen Elemente des ergriffenen Theiles, eingebettet in und umschlossen von einer mehr oder weniger amorphen Masse, von den chemischen Eigenschaften der Proteinverbindungen. Am schönsten und deutlichsten lassen sich diese Verhältnisse bei den sogenannten rothen und weißen Hepatisationen des Lungengewebes beobachten[1]). — Verhärtung durch eine pathologische Bildung neuer Gewebstheile zwischen den ursprünglichen histologischen Elementen eines Theiles, in der Regel mit Vergrößerung des Volumens verbunden — Hypertrophie. Die Art und Weise ihrer Entstehung und ihre histologischen Charaktere wurden bereits bei der Entzündung und der pathologischen Neubildung ausführlich betrachtet. Sie geht aber nicht immer mit Hypertrophie einher, sie kann selbst mit einer Verkleinerung des Volumens verbunden erscheinen, ja bisweilen ist sie selbst die Ursache einer solchen Verkleinerung, namentlich bei zusammengesetzten Organen, der Leber, Milz u. s. f., wie es bereits bei Besprechung der Atrophie nachgewiesen wurde. — Verhärtung durch Ablagerung unorganischer Bestandtheile, sogenannte Verknöcherung, oder besser Versteinerung, Bildung von Concretionen; — bereits unter den nicht organisirten pathologischen Neubildungen besprochen.

2. Veränderungen der Farbe. Veränderungen der normalen Farbe kommen bei den meisten Geweben sehr häufig vor und die meisten dieser Ver-

---

[1]) Vgl. Icones hist. pathol. Taf. 18. Fig. 5 — 7.

änderungen lassen sich histologisch sehr gut erklären. Sie beruhen bald auf dem Schwinden oder der Umänderung eines normalen, bald auf dem Hinzukommen eines neuen abnormen Pigmentes. Doch sind die dabei stattfindenden Verhältnisse in den einzelnen Fällen sehr verschieden. Wir gehen deßhalb sogleich zur Betrachtung der einzelnen Verhältnisse über.

Blässe der Gewebe, Mangel der im Normalzustande vorhandenen röthlichen Färbung, hängt ab von einem Mangel des Blutes (allgemeine oder örtliche Anämie), oder von Mangel des Blutrothes (Chlorose), ohne daß sich in solchen Fällen histologische Veränderungen entdecken lassen.

Blässe von Theilen, welche im Normalzustande eine dunkle, von einem eigenthümlichen Pigment abhängende Farbe zeigen, wie die Iris des Auges, die Haare, die Haut mancher Körpertheile, z. B. der Brustwarze, rührt her von einer Verminderung oder einem Mangel dieses Pigmentes. Bei weißen Kaninchen mit heller Iris und mangelndem Pigment der Choroidea sind zwar die normalen Pigmentzellen vorhanden, aber sie enthalten kein Pigment. Bei den graugewordenen Haaren ist das färbende Princip aus der Rindensubstanz des Haares verschwunden, diese erscheint weiß, während die dunkle Färbung der inneren Markschicht gewöhnlich noch unverändert erhalten ist.

Gelbe Färbung der Gewebe kommt vor beim Ikterus und wird bedingt durch den eigenthümlichen Farbestoff der Galle, das Cholepyrrhin (Berzelius). Man trifft sie bei hohem Grade von Ikterus in der Substanz aller Organe, im Gehirn, den Knochen, Knorpeln, Nerven, der Lunge, Leber, den Nieren, Ovarien u. s. f. Unter dem Mikroskope sieht man bald nur die Gewebstheile mit einer gelblichen Flüssigkeit infiltrirt und dadurch gefärbt, bald entdeckt man feste körnige oder klumpige intensiv gelbrothe Ablagerungen zwischen den normalen histologischen Elementen. So namentlich in der Leber. Auch ohne Ikterus erscheinen die Elementarzellen der Leber oft gelb gefärbt, mit kleinen intensiv gelben Körnchen erfüllt oder besetzt [1]).

In seltenen Fällen kommt eine eigenthümliche grüne Färbung der Gewebe vor. Ich habe sie bis jetzt bei Emphysem an der Lunge und am Darmkanal beobachtet. Die Fälle sind kurz folgende. Die Lungen eines Soldaten zeigten eine sehr complicirte Veränderung (Entzündung mit verschiedenen Ausgängen, verschiedenen Arten der Hepatisation, Gangrän und Emphysem). Der obere Lappen der linken Lunge war emphysematös, blutleer und erschien dem unbewaffneten Auge graugrün. Unter dem Mikroskope erschien das Parenchym von normaler Beschaffenheit, hatte aber eine deutlich grüne Farbe [2]). Diese bestand in einer ziemlich gleichmäßigen Färbung des Gewebes selbst, das an einzelnen Stellen intensivere grüne Flecken zeigte, die ohne bestimmte Grenze allmälig in die schwächer grüne Farbe ihrer Umgebung übergingen. Ein eigenes körniges Pigment als Ursache der grünen Farbe ließ sich nicht entdecken: die grüne Färbung ließ sich durch Wasser nicht abwaschen. — Der zweite Fall, mit grüner Färbung des Darmkanales, betraf eine alte Frau, die längere Zeit an Hämorrhoiden, Blennorhoea vaginae, an Verdauungsbeschwerden litt und an Marasmus zu Grunde ging. Der Magen zeigte eine Hypertrophie der Muskelhaut, die namentlich am Pylorus von beträchtlicher Dicke war, der Darmkanal erschien äußerlich mit Pseudomembranen bedeckt, war dadurch stellenweise vermengt und bot, von außen gesehen eine sehr auffallende, dunkelgrüne, stellenweise schwärzliche Färbung dar, welche ihren Sitz unter der Serosa hatte: letztere erschien von der Muskelhaut abgezogen, farblos. Unter dem Mikroskope

---

1) Icones path. Taf. 1. Fig. 8. 2) Icones hist. path. Taf. 18. Fig. 2.

sah man, daß die grünschwarze Färbung der Muskelhaut von zwei verschiedenen Pigmenten herrührte: das eine bildete Gruppen von schwarzen Körnern (Melanose). Zwischen diesen schwarzen Partien war das Parenchym sehr deutlich grün gefärbt: die grüne Färbung war nicht körnig, sondern schien das Gewebe der Muskelhaut gleichförmig zu durchdringen, ließ sich aber durch Wasser nicht auswaschen [1]). Ich konnte nicht entdecken, welcher Ursache oder welchem Pigmente die grüne Färbung in diesen beiden Fällen ihren Ursprung verdankte.

Rothe Färbung der Gewebe. Sie rührt, wo sie als abnormer Zustand vorkommt, in der Regel von dem Farbestoff des Blutes her. Die Art, wie dieser Farbestoff die rothe Färbung bewirkt, ist aber sehr verschieden. Dem unbewaffneten Auge entgehen gewöhnlich die hierbei stattfindenden Verschiedenheiten; dieses sieht in der Regel nur eine mehr oder weniger intensive, mehr oder weniger gleichmäßige Röthung des veränderten Organes: erst die mikroskopische Untersuchung giebt Aufschluß über die verschiedenen Arten der Röthung und die ihnen zum Grunde liegenden Ursachen. Man muß hierbei folgende Zustände unterscheiden:

1. Die rothe Farbe rührt davon her, daß die normalen Blutgefäße, namentlich die Capillaren, mit Blut überfüllt sind; so bei allen Congestionen und Entzündungen. Das dem unbewaffneten Auge gleichmäßig roth erscheinende Gewebe zerfällt unter dem Mikroskope in rothgefärbte Streifen — Gefäße — und in ungefärbte Partien zwischen denselben — Parenchym [2]).

2. Die rothe Farbe rührt von extravasirtem Blute her. Man sieht dann zwischen den gewöhnlich mit Blut überfüllten Capillaren und den ungefärbten Elementen des Parenchyms größere oder kleinere durch Zerreißung der Gefäße in das Parenchym abgelagerte Partien von Blutkörperchen [3]). Findet sich am häufigsten im Gehirn und den Lungen bei Apoplexien dieser Organe, bei Pneumonie (rothe Hepatisation). Dem unbewaffneten Auge erscheint die Röthung gleichmäßig, wenn die Partien des extravasirten Blutes klein und dichtgedrängt, fleckig dagegen, wenn sie größer und mehr zerstreut sind. Tritt Gangrän ein, so geht, wie schon früher erwähnt, die Farbe des extravasirten Blutes und damit auch die des ganzen Theiles in eine braune und braunschwarze über. Oberflächliche, unter der Haut gelagerte Extravasate zeigen während ihrer allmäligen Resorption einen Farbenwechsel vom Rothen in's Blaue und Gelbe. Wie sich hierbei das extravasirte Blut mikroskopisch verhält, konnte ich nicht untersuchen.

3. Rothe Färbung der Gewebe durch aufgelös'ten Blutfarbestoff. Unter dem Mikroskop sieht man weder Blutextravasat, noch Anhäufung von Blut in den Capillaren, im Gegentheil entdeckt man dabei gewöhnlich keine oder nur unvollkommene Blutkörperchen: diese sind ganz oder zum Theil aufgelös't und verschwunden. Aber die Elemente der Gewebe selbst erscheinen schwach roth gefärbt [4]). Diese rothe Färbung zeigt sich um so blasser, je stärker die angewandte Vergrößerung ist. Die Ursache der Färbung ist immer eine Auflösung des rothen Farbestoffs der Blutkörperchen durch das Blutserum und eine Tränkung der Gewebe mit dieser rothen Flüssigkeit. Sie bildet sich theils schon während des Lebens bei Zersetzung des Blutes durch Gangrän, und diese rothe Flüssigkeit ist es, welche die Brandjauche und den Inhalt der sogenannten Brandblasen an der Oberfläche brandiger Theile bildet. Häufiger entsteht aber eine solche rothe Färbung erst nach dem Tode, namentlich im Bereiche des Gefäßsystemes, an den inneren Häuten der Aorta, des Herzens.

[1]) Icones hist. path. Taf 9. Fig. 10. [2]) Icones hist. path. Taf. 2. Fig. 1 u. 3.
[3]) Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 1 u. 4. [4]) Icones hist. path. Taf. 2. Fig. 2.

Schwarze, überhaupt dunkle Färbung der Gewebe. Sie wird im Allgemeinen mit dem Namen Melanose bezeichnet. Die wahre Melanose besteht in einer Neubildung von schwarzem Pigment, welches sich, ganz wie das normale schwarze Pigment, als Zelleninhalt in eigenen Zellen, den Pigmentzellen, entwickelt. Die hiebei stattfindenden Vorgänge haben wir schon unter den pathologischen Neubildungen betrachtet. Die Färbung zeigt verschiedene Eigenthümlichkeiten, je nach der Quantität und Anordnung des schwarzen Pigmentes: ist dieses sehr reichlich und dichtgedrängt, so ist das Resultat eine gleichmäßige dunkelschwarze Farbe, ist seine Ablagerung auf einzelne, netzförmige Partien beschränkt, deren Maschen frei von Pigment erscheinen, so stellt sich der Theil schwarz geadert dar; ist endlich das Pigment sparsam aber gleichmäßig in dem Gewebe vertheilt, so erscheint dieses dem unbewaffneten Auge von grauer Farbe. Verschieden von dieser wahren Melanose ist eine viel häufiger vorkommende falsche Melanose, welche sich zwar histologisch ebenso verhält, aber einen andern Ursprung und eine verschiedene Entwicklungsweise hat. Auch bei ihr wird die schwarze Färbung durch Ablagerung eines körnigen Pigmentes zwischen den normalen Gewebstheilen bedingt, aber diese schwarzen Pigmentkörner entwickeln sich nicht allmälig in Zellen, sie entstehen sehr schnell, oft urplötzlich durch eine wahrscheinlich rein chemische Veränderung des Blutfarbestoffes. Dieser Vorgang, die Umwandlung von Blut in ein schwarzes körniges Pigment, läßt sich bisweilen auf eine sehr schlagende, keinen Zweifel übriglassende Weise beobachten. Man sieht unter dem Mikroskope unzweifelhafte, mit Blut erfüllte, netzförmig verzweigte Capillargefäße: diese sind an einzelnen Stellen mit Aggregaten von normalen rothen Blutkörperchen gefüllt, allmälig geht aber diese rothe Farbe in eine rostfarbige über, diese in eine dunkelbraune, endlich in eine schwarze. Ein und dasselbe Capillargefäß zeigt häufig alle diese verschiedenen Farbennüancen zugleich [1]). Man beobachtet diese Pseudomelanose am häufigsten an der Oberfläche von Organen, die in der Bauchhöhle liegen: unter der Serosa des Magens und Darmkanales, der Leber, der Milz, auch auf der Schleimhaut des Darmkanales, als Melanose der Darmzotten [2]). Ist dieser Zustand über einen größern Theil der Oberfläche eines der genannten Organe verbreitet, so erscheint derselbe dem unbewaffneten Auge schieferfarbig: bei Melanose der Darmzotten zeigt sich die Schleimhaut schwarz oder dunkelgrün punktirt. Eine ähnliche Pseudomelanose beobachtet man bisweilen bei Gangrän der genannten Organe: in den rostfarbigen Klumpen von extravasirtem und geronnenem Blut, welche man bei Gangrän selten vermißt, bemerkt man dann zahlreiche schwarze Körner, so bei Gangrän der Milz [3]). Die Entstehung dieser Pseudomelanose muß, wie ich glaube, folgendermaßen erklärt werden: Das Agens, wodurch die Zersetzung des Blutes bewirkt wird, ist Schwefelwasserstoff oder hydrothionsaures Ammoniak. Dieses zersetzt den Blutfarbestoff und verwandelt die Eisenverbindung in demselben in Schwefeleisen, welches sich in Form von schwarzen Körnern und Körnchen abscheidet. Für diese Erklärung spricht zuerst der Umstand, daß die erwähnte Pseudomelanose fast ausschließlich im Bereiche des Darmkanales vorkommt, wo sich Hydrothionsäure und hydrothionsaures Ammoniak so häufig bilden; ferner die Beobachtung, daß die schwarzen Körnchen der Pseudomelanose sich in Salpetersäure auflösen, was ich mehrmals unzweifelhaft beobachtete, und wodurch sie sich von der wahren Melanose, deren Pigment durch Säuren nicht verändert

---

1) S. Icones hist. path. Taf. 26. Fig. 4. 2) Icones hist. path. Taf. 26. Fig. 3. Taf. 9. Fig. 9, 10. u. 11. 3) Icones. Taf. 10. Fig. 5.

wird, unterscheiden. Zu dieser Pseudomelanose gehört ohne Zweifel auch die graue und schwärzliche Färbung, welche man häufig an den Wänden schlechter und übelriechender Abscesse beobachtet. Unter dem Mikroskope sieht man, daß diese Färbung von einer Ablagerung sehr kleiner schwarzer Körnchen abhängt, welche den bei der Pseudomelanose beschriebenen vollkommen gleichen. Bonnet hat bereits die Vermuthung ausgesprochen, daß diese Färbung der Absceßwände von hydrothionsaurem Ammoniak abhänge. Was die Diagnose dieser Pseudomelanose und ihre Unterscheidung von der wahren Melanose betrifft, so ist sie schwierig und auch bei der sorgfältigsten mikroskopischen Untersuchung nicht immer leicht. Das Pigment der wahren Melanose ist in Zellen eingeschlossen; doch sind die Wände derselben bisweilen undeutlich und schwer zu sehen und auf der andern Seite sieht man auch die Körner der Pseudomelanose bisweilen auf zelligen Gebilden aufsitzen; diese scheinen damit bedeckt, ja es hat oft den Anschein, als seien sie damit angefüllt. Ein anderes Unterscheidungszeichen besteht darin, daß die Pigmentmolecüle der wahren Melanose von Salpetersäure nicht aufgelös't werden, wohl aber die der Pseudomelanose. Indessen sind alle die Theile, in denen die wahre und falsche Melanose vorkommt, von der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit durchtränkt und enthalten flüssiges Eiweiß. Dieses wird durch die Salpetersäure coagulirt und die dadurch bewirkte Trübung des mikroskopischen Präparates bewirkt, daß man häufig nicht mit Sicherheit bestimmen kann, ob das Pigment aufgelös't wird oder nicht. Diese Umstände erschweren die Unterscheidung beider Arten von Melanosen im ausgebildeten Zustande. Ist dagegen die Pseudomelanose noch in der Entstehung begriffen, so daß man in demselben Präparate alle Farbennüancen vom ursprünglichen Blutroth bis zum dunklen Blauschwarz wahrnimmt, dann ist die Unterscheidung durch das Mikroskop leicht. Ebenso gewährt die Art des Vorkommens und die begleitenden Umstände häufig auch ohne mikroskopische Untersuchung einen Anhaltspunkt für die Diagnose.

Eine eigenthümliche, indessen jedenfalls noch zweifelhafte Art der Melanose ist diejenige, welche von der Ablagerung einer von außen eingedrungenen kohlenstoffhaltigen Materie (Kohlenstaub) in den Lungen abhängen soll. Sie wird von Carswell und Christison angenommen [1]), scheint mir aber noch sehr problematisch. Carswell schließt aus dem chemischen Verhalten der melanotischen Ablagerung, welches ganz mit dem des Kohlenstaubes übereinstimmt, aus ihren physikalischen Eigenschaften (gleichförmige schwarze Färbung beider Lungen bei gleichzeitiger Abwesenheit von schwarzer Färbung anderer Organe) und endlich aus ihrem Vorkommen bei Personen, die immer in einer von Kohlenstaub erfüllten Atmosphäre leben, daß sie wirklich durch eine rein mechanische Ablagerung bedingt sei. Diese Gründe scheinen mir jedoch nicht ausreichend. Die angegebenen chemischen Eigenschaften kommen auch dem unzweifelhaft im Innern des Körpers erzeugten Pigment zu, und der alle Zweifel niederschlagende histologische Nachweis, daß dies schwarze Pigment nur in den Lungenzellen, nicht aber, wie sonst bei Lungenmelanose, innerhalb des Lungenparenchyms abgelagert gewesen sei, ist in dem von Christison beschriebenen Falle nicht geführt worden.

IV. Umwandlung eines Gewebes in ein anderes.

Es war früher eine sehr allgemein verbreitete Ansicht, daß sich ein Gewebe durch pathologische Einflüsse in ein anderes umwandeln könne. So sollte der

---

[1]) Carswell, Pathological anatomy. Melanoma p. 6.

Skirrhus, der Markschwamm aus einer Umwandlung der normalen Gewebstheile in die Elemente des Pseudoplasma entstehen. Die Fortschritte der Histologie und ihre Anwendung auf die pathologischen Veränderungen der Gewebe haben gezeigt, daß diese Ansicht unrichtig ist. Es sind nur sehr wenige Fälle übrig geblieben, in denen sich wirklich die Umwandlung eines histologisch gut charakterisirten Gewebes durch pathologische Einflüsse in ein anderes, ebenso deutlich histologisch bestimmtes, nachweisen läßt; aber selbst von diesen wenigen Fällen sind einige noch zweifelhaft. Was hieher gehört, ist Folgendes:

Pathologische Umwandlung von Knorpelgewebe in Knochengewebe wird beobachtet bei der Verknöcherung permanenter Knorpel in alten Personen, und findet sich namentlich in den Knorpeln des Larynx, in den Rippenknorpeln. Die verknöcherte Knorpelsubstanz hat ganz die Structur des normalen Knochengewebes und der Vorgang dabei ist ganz derselbe, wie er bei der normalen Umwandlung der Knorpel in Knochen im jugendlichen Alter beobachtet wird: er schließt sich in jeder Hinsicht ganz an diesen normalen Proceß an.

Umwandlung von Muskeln in Fett. In Fällen, wo die Muskeln lange Zeit hindurch in ihrer Function gehindert werden, namentlich bei Lähmungen, verlieren sie ihre rothe Farbe, ihr normales Ansehen, sie erscheinen blaß, fettig, ja bei höheren Graden dieses Zustandes entdeckt das unbewaffnete Auge gar keine Muskelsubstanz mehr, die Muskeln scheinen in Fettzellgewebe umgewandelt. Diese Umwandlung ist aber nur eine scheinbare, wie bereits Gluge nachgewiesen hat [1]. Unter dem Mikroskop sieht man immer noch einzelne unveränderte Muskelprimitivbündel, aber zwischen ihnen befindet sich eine große Menge Fett, theils frei in Tropfen, theils in Cysten eingeschlossen, wie im normalen Fettzellgewebe. Nur einmal glaubte ich eine wirkliche Umwandlung der Muskelprimitivbündel in Fettgewebe zu bemerken. Es war dies bei einer hypertrophischen Uvula, die Hr. Breschet in Paris im Sommer 1839 exstirpirte und die ich sogleich nach ihrer Hinwegnahme untersuchte. Sie bestand äußerlich aus der normalen Schleimhaut mit normalem Epithelium; ihr Inneres zeigte sehr viel Fettzellgewebe und zwischen diesem viele der Länge nach verlaufende Muskelprimitivbündel. Viele von den letzteren schienen in einer offenbaren Umwandlung in Fettgewebe begriffen. Sie enthielten in ihrem Innern regelmäßige, perlenschnurähnlich an einander gereihte Fettzellen, während die diese Fettzellen schlauchartig umgebende Hülle deutliche Querstreifen zeigte, ganz ähnlich denen, welche man an der Scheide von Muskelprimitivbündeln beobachtet. Doch möchte ich auf diese vereinzelte Beobachtung keinen großen Werth legen, da bei einem so zarten und überdies histologisch nach so dunklen Gegenstande, wie es die Querstreifen der Muskelprimitivbündel sind, gar zu leicht optische Täuschungen vorkommen können.

Umwandlung von Nerven in Fett. Fick hat [2]) eine Beobachtung mitgetheilt, wodurch wahrscheinlich gemacht wird, daß sich auch Nervenprimitivfasern durch pathologische Einflüsse in Fett umwandeln können. Es lassen sich aber hierbei dieselben Bedenken erheben, die ich eben bei dem von mir beobachteten Fall anführte: die Sache ist durch directe Beobachtungen schwer zu entscheiden, weil bei der Zartheit des Gegenstandes leicht Täuschungen vorkommen können und man darf deßhalb aus einem einzelnen Fall nicht zu viel schließen. Die Sache selbst ist aber sehr interessant und verdient jedenfalls, daß man keine Gelegenheit vorüber gehen lasse, weitere Nachforschungen darüber anzustellen.

J. Vogel.

[1]) Anat.-mikroskop. Untersuch. Minden 1838. S. 125. [2]) Müller's Archiv. 1842. S. 19.

Nachtrag.

Entwicklungsgeschichte,

mit besonderer Berücksichtigung der Mißbildungen[1]).

Einer der Gründe, welche schon seit den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit der Naturforscher und Aerzte auf die Entstehungs- und Bildungsweise der organischen und namentlich des thierischen und menschlichen Körpers gelenkt haben, sind die Mißbildungen, Mißgeburten, Monstrositäten, Monstra, Vitia primae conformationis, congenita s. adnata, deren Häufigkeit und Mannichfaltigkeit gerade bei dem Menschen nicht unbedeutend ist. Lange Zeit waren dieselben freilich mehr Gegenstand des Schreckens und Widerwillens, des Aberglaubens und der Neugierde, als der wissenschaftlichen Forschung. Wir müssen sie aber doch nächst dem sehr begreiflichen Drange die, die organischen Körper so wesentlich von den unorganischen unterscheidende Entstehungsweise derselben zu ermitteln, als eine der Haupttriebfedern und Quellen des Studiums der Entstehungs- und Entwicklungsweise des thierischen und menschlichen Körpers betrachten. Andererseits sind sie freilich erst Gegenstände wissenschaftlicher Untersuchungen geworden, als das Studium der Entwicklungsgeschichte bereits einen gewissen Grad seiner Ausbildung erlangt hatte, und dann sind sie wieder für dasselbe sehr folgenreich und fruchtbringend gewesen.

In dieser wechselsweisen Beziehung des Studiums der Mißbildungen und der Entwicklungsgeschichte überhaupt, mag es begründet betrachtet werden, wenn ich hier gewissermaßen zur Einleitung einer Darlegung des jetzigen Standpunktes der Untersuchungen über die Mißbildungen einen Abriß der Entwicklungsgeschichte überhaupt, ihrer geschichtlichen Entwicklung ihres jetzigen Standpunktes und ihres Einflusses auf die Naturforschung in den mannichfaltigsten Richtungen vorausschicke.

Wenn wir es zur leichtern Uebersicht und Auffassung für zweckmäßig halten dürfen, in dem Entwicklungsgange irgend eines Zweiges des menschlichen Wissens gewisse Abschnitte und Perioden anzunehmen, welche freilich in dem natürlichen Gange nicht gegeben sind und sich auch nicht so scharf heraus-

---

[1]) Der nachfolgende Artikel sollte unter »Mißbildung« im zweiten Bande zu stehen kommen. Da derselbe aber fertig vorlag und in pathologisch-anatomischer Hinsicht gewissermaßen ein Complement zu dem vorhergehenden bildet, so schien es passend, den ersten Band dadurch zu schließen. Wie schon im Prospectus bemerkt wurde, lag es außer dem Plane des Wörterbuchs, die Entwicklungsgeschichte mit aufzunehmen. So interessant dieselbe für die Physiologie im Allgemeinen ist, so steht doch deren Detail mit der Pathologie und mit dem Bedürfnisse der Aerzte am wenigsten im Zusammenhange. Erwünscht wird es aber gewiß vielen Lesern sein, hier die genauesten literarhistorischen Nachrichten über die Entwicklungsgeschichte der Thiere zu erhalten, um die Quellen weiterer Belehrung genauer kennen zu lernen.
Anm. d. Red.

stellen lassen, so können wir auch in dem Entwicklungsgange der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere mehre solcher Perioden unterscheiden, je nachdem eine oder die andere Idee sich in der Bearbeitungsweise dieser Disciplin bei den verschiedenen Bearbeitern des Faches vorherrschend geltend gemacht hat. Es knüpfen sich dann diese Perioden am einfachsten an die Namen einzelner Männer, die wir, wenn auch nicht immer und selten gerade als die ursprünglichen Schöpfer solcher Ideen, doch als diejenigen betrachten können, die sie in ihren Arbeiten vorzugsweise durchgeführt haben.

Für die Entwicklungsgeschichte dürfen wir dann solche Perioden von den älteren und mehr vereinzelten Arbeiten fast aller ausgezeichneten Anatomen und Physiologen bis auf C. F. Wolff 1759; von ihm bis zu Döllinger 1817, und von diesem bis auf unsere Zeit und die Arbeiten Schwann's 1838 annehmen, mit welchem Letztern offenbar wieder eine neue Periode ihren Anfang genommen hat.

In den Arbeiten der früheren Jahrhunderte, an welchen fast alle die Männer Antheil nahmen, die wir auch sonst als die Begründer der Anatomie und Physiologie kennen, können wir als das allein bleibend Schätzenswerthe nur die von ihnen gesammelten Thatsachen betrachten, um so mehr, je mehr sie rein dem Object sich widmeten und treu und sorgfältig die Beobachtung der Natur betreffen. Die aus diesen Untersuchungen gezogenen allgemeinen Folgerungen mußten der Natur der Sache nach als auf einem zu beschränkten Gesichtskreise beruhend, alle mehr oder weniger unvollkommen, einseitig, dürftig und geradezu verfehlt ausfallen, wie das Heer sogenannter Zeugungstheorien sattsam dargethan hat. Die größte Menge der Beobachtungen betraf, dem natürlichen Interesse folgend, obwohl, wie leider so oft, von dem Schwierigsten ausgehend, das Ei und den Fötus des Menschen. Da blieb dann meist das Wichtigste unbekannt. Man betrachtete und stritt sich über das Gewordene, was durchaus unverständlich war, da man das Werden desselben nicht kannte. Die ersten Bildungs- und Entwicklungsvorgänge des Eies und Embryo's blieben bei der Seltenheit des Beobachtungsmateriales, bei dem nur zu oft pathologischen Zustande abortirter Eier und Früchte, bei den unvollkommenen Beobachtungsmitteln und dem unausgebildeten Beobachtungsvermögen unbekannt, und dem Spiele der Phantasie überlassen. Man untersuchte zum Theil mehr das Ei, seine Häute, den Mutterkuchen, den Nabelstrang, die Eiflüssigkeiten; zum Theil mehr den Embryo, besonders dessen Herzkreislauf und Knochensystem. Die Untersuchungen über das Ei und seine Hüllen mußten dabei noch unvollkommener ausfallen, als die über den Embryo. Für diesen hatte man doch noch einen Anhaltpunkt in der bekannteren Beschaffenheit des Geborenen und Erwachsenen, für jene aber war die Zeit ihres Verständnisses durchaus abgelaufen, und ich fürchte nicht ungerecht zu sein, wenn ich diese älteren Untersuchungen über das Ei und die Eihäute in ihren unendlichen Widersprüchen unter einander mit Ausnahme desjenigen, was sich bei jeder Beobachtung einer Nachgeburt von selbst ergiebt, für wenig brauchbar erkläre.

Statt der Aufzählung aller Arbeiten und Schriften dieser ältern Zeit, begnüge ich mich auf die Zusammenstellungen von Trew, Diss. epistolica de differentiis quibusdam inter hominem natum et nascendum etc. Norimb. 1736, 4to; von Rösslein, Diss. de differentiis inter foetum et adultum. Argentor. 1783 und Danz, Grundriß der Zergliederungskunde des ungeborenen Kindes in den verschiedenen Zeiten der Schwangerschaft; mit Anmerkungen begleitet von Sömmering. Frankf. 1792 zu verweisen.

In der Entwicklungsgeschichte der Säugethiere arbeiteten in dieser Pe-

riode vorzüglich zwei Männer mit sehr verschiedenem Erfolge. Dem großen Harvey war es nicht beschieden, durch seine Exercitationes de generatione animalium. Amstelod. 1652 für die Entwicklungsgeschichte eine ähnliche Entscheidung herbeizuführen, wie für die Blutbewegung. Seine Versuche über die Befruchtung des Eies und Embryo's bei Säugethieren hellten die Räthsel derselben nicht auf, da sie für die ersten und wichtigsten Zeiten ohne Erfolg waren, und haben ebendeßhalb mit dazu beigetragen, dieselben bis in unsere Zeiten unentziffert zu erhalten. Der Autorität Harvey's ist es unzweifelhaft nicht wenig beizumessen, daß De Graaf's († 1673) weit glücklichere Forschungen gegen hundertfünfzig Jahre fast ganz ohne Früchte blieben. Erst jetzt erkennen wir die Wichtigkeit und den Werth der Arbeiten des Letztern in seiner Schrift: De mulierum organis. Opp. omn. Cap. XII. p. 224. Amstelod. 1705. Wir sehen erst jetzt, wie nahe er daran war, das wahre Säugethierei zu entdecken, und wie es ihm wohl nur an den passenden Hülfsmitteln fehlte, um die von ihm beobachtete erste Entwicklung desselben, als unerschütterliche Wahrheit hinzustellen. Selbst seine Lehre von den Eierstöcken hatte große Mühe sich gegen die Einwürfe eines Swammerdamm, Leeuwenhoek, und anderer Gegner zu erhalten, und in dieser ganzen Periode treffen wir nur noch Verheyen (Anat. Corp. human. Cap. II.), der nur einigermaßen auf dem von ihm gelegten Grunde weiter gebaut hätte und in seinen Versuchen mit Kühen, Kaninchen und Schaafen zu gleichen Resultaten wie De Graaf gelangte.

Daß das Vogelei, und namentlich das des Haushuhns eigenthümliche Vortheile für die Beobachtung der Entwicklung des Fötus darbiete, entging auch schon den Beobachtern dieses Zeitraumes nicht. Allein die Resultate, welche Fabricius ab Aquapendente De format. foetus. Lugd. Batav. 1604 und selbst Harvey erhielten, waren von geringem Werthe, da sie meist nur auf Einzelheiten gerichtet waren. Dagegen müssen wir in der Arbeit von Malpighi: De formatione pulli und De ovo incubato in dessen Opp. omnia Tom. II. p. 47. Lugd. Bat. 1687 den ersten Versuch einer durchgeführten Entwicklungsgeschichte bewundern, der zwar noch manche Irrthümer und Mängel darbietet, mehre Punkte aber fast mit gleicher Genauigkeit kennen lehrte, wie uns dieselben nur die neueste Zeit mit allen ihren Hülfsmitteln darbietet. Von geringerer Bedeutung ist Anton Maitrejean: Traité de la formation du Poulet. Paris 1723.

Swammerdamm's unersättlicher Wissensdrang und großes Talent bewährten sich auch in Verfolgung der Entwicklungsgeschichte des Froscheies und der Eier mehrer wirbelloser Thiere glücklich. Bibel der Natur. Leipzig 1752.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Fische finden sich bei Aristoteles, Historia animalium und De generatione animalium. Belon, De aquatilibus libri duo. Paris 1553. Rondelet, De piscibus marinis. Lugd. 1554. Salviani, Aquatilium animal. hist. Lib. I. Romae 1554. Fabricius ab Aquapendente, De formato foetu. Patavii 1600. Collin's System of Anatomy. Lond. 1685. Nicolaus Stenonis, Acta Hafniensia 1673. Vol. II. De ovis viviparor. animal. Bohadsch, De veris Sepiarum ovis. Pragae 1752.

Von Seiten der Theorie sehen wir diesen ganzen Zeitraum ausgefüllt durch den Streit über Epigenese und Evolution und der Evolutionisten unter einander. Allein die Lehre von der fortwährenden neuen Bildung der Keime, obgleich sie die älteste war und Hippocrates, Empedocles, Leucippus, Aristoteles und später Harvey und Needham, Descartes, Pascal, Maupertuis u. A. ihre Vertheidiger waren, war doch noch zu

wenig durch Thatsachen der Erfahrung und richtiger Interpretation derselben unterstützt, als daß nicht die Entdeckung der präformirten Zeugungsmaterien, auch die Lehre von der Präformation der Keime und deren bloßen Entwicklung, am Ende dieser Periode hätte den Sieg davon tragen sollen. Stenon, De Graaf, Malpighi, Swammerdamm, Valisneri wurden zu sehr von ihren Entdeckungen des weiblichen Eierstockes und Eies hingerissen, als daß sie nicht auch in ihm schon den unmittelbar präformirten Embryo hätten erblicken sollen, und sich dadurch die Bezeichnung als Ovaristen oder Ovisten erworben hätten. Andererseits erregten die in dem männlichen Samen durch Ham, Leeuwenhoek und Hartsoeker entdeckten sogenannten Samenthiere zu sehr die Aufmerksamkeit, als daß wir uns wundern dürften, daß die Theorie des Diogenes und Paracelsus wieder neues Gewicht erhalten, welche in dem männlichen Samen, und namentlich in jenen Samenthierchen, den präformirten Keim erblickte. Diese Lehre der Spermatiker oder Animalculisten erreichte in der Lehre eines Gautier, Andry u. A. ihren Höhepunkt, welche in den Samenthieren vollständig gebildete Menschen en miniature erblickten. Ovisten und Spermatiker bekämpften sich heftig unter einander, allein die Epigenese trat in diesem Kampfe immer weiter zurück.

Schon allein aus diesem Grunde, nicht weniger aber wegen der Bereicherung an vortrefflichem Beobachtungsmaterial, welches wir ihm verdanken, können wir von C. F. Wolff eine neue Aera in der Entwicklungsgeschichte datiren. Von dem Erscheinen seines Werkes: Theoria generationis. Halae 1759 und Theorie der Generation. Berlin 1764, so wie seiner Darstellung der Entwicklung des Darmes im bebrüteten Hühnchen: Nov. comment. Petropol. Tom. XII. und XIII. 1764 und 66 und Ueber die Bildung des Darmkanales im bebrüteten Hühnchen, übers. von F. Meckel, Halle 1812 an, müssen wir den Sieg der Epigenese über die Evolution datiren, welche zwar nicht ohne harten Kampf, doch auch durch die Arbeiten vieler anderer ausgezeichneter Forscher nach und nach ganz verdrängt wurde. Nächst diesem Resultate der embryologischen Forschungen dieser Periode, sehen wir in ihr die Idee wirksam, daß sowohl der Entwicklung der ganzen Thierwelt, wie auch der des Individuums ein gewisser allgemeiner Plan zu Grunde liege, welcher sowohl in jener als in diesem eine gewisse Uebereinstimmung zeige. Diese Idee ging theils aus den mehr speculativen Bestrebungen der Naturphilosophie, besonders wo sie das empirische Material nicht ganz vernachlässigte, als aus dem auflebenden Studium der vergleichenden Anatomie hervor, welche beide Bestrebungen in der Entwicklungsgeschichte ihren Widerschein fanden.

In der Entwicklungsgeschichte des Menschen sehen wir freilich erst gegen das Ende dieser Periode Arbeiten erscheinen, in welchen allgemeinere Ideen zu Grunde liegen. Die meisten geben noch immer nur mehr oder weniger genaue und zuverlässige Beschreibungen und Untersuchungen der Eihäute und Eier, oder der Embryonen und einzelner Organe derselben, deren ganzer Werth größtentheils nur in der mehr oder weniger genauen Beobachtung beruht, während die Interpretation nothwendig meist verfehlt sein mußte. Vorzüglich wichtig sind hier für das Ei Wrisberg's Schriften De secundinarum varietate; Observat. anat. de structura ovi et secundinarum in den Comment. Soc. Reg. Gotting. 1773 Tom. IV. und 1782 Vol. V. Ferner ganz vorzüglich Hunter, Anatomia uteri humani gravidi. Lond. 1775. übers. v. Froriep Weimar 1802 durch genaueste und richtigste Darstellung der dem menschlichen Eie eigenthümlichen Decidua. Auch Sandifort, Observat. anat. pathol. Lugd. Bat. 1777 u. 79 und B. S. Albinus, Academicar. annotat. Libri

VIII. Leidae 1754—64 4to. Reufs, Novae quaedam observat. circa structuram vasorum in placenta humana etc. Tubingae 1784. Krummacher, Diss. sistens observ. quasd. circa velam. ovi humani. Duisb. 1790. Burns, The anatomy of the gravid uterus. 1799. Schreyer, De functione placentae uterinae. Erlang. 1799. Lobstein, Essai sur la nutrition du foetus. Strafsb. 1802. Ueberſ. v. Keſtner. Halle 1804. Oken und Kieſer, Beiträge zur vergl. Zoologie, Zootomie und Phyſiologie. Bamberg 1806, beſonders wichtig für Nabelblaſe und deren Verbindung mit dem Darme des Embryo. Emmert und Hochſtätter, Ueber das Nabelbläschen in Reil's Archiv X. F. J. Moreau, Essai sur la disposition de la membrane caduceque. Paris 1814. Rieke, Diss. qua investig. utrum fun. umb. nervis polleat an careat. Tubing. 1816. Samuel, De ovorum velamentis. Wirceburgi 1816. Endlich die in dieſe Zeit fallenden Hand= und Lehrbücher der Geburtshülfe und Phyſiologie und unter letzteren vorzüglich Haller's Phyſiologie.

Für die Entwicklungsgeſchichte des menſchlichen Embryo's waren in dieſer Periode vorzüglich die Arbeiten von Meckel und Tiedemann wichtig, die mit wahrhaft philoſophiſchem Sinne unternommen und durchgeführt, die Bildungsgeſetze des Individuums mit denen der Thiere im Allgemeinen in Einklang zu ſetzen und zu erforſchen ſuchten. Meckel's embryologiſche Unterſuchungen finden ſich in ſeinen: Beiträgen zur vergl. Anatomie, 4 Hfte, 1808—12. Abhandlungen aus der menſchl. u. vergl. Anatomie. Halle 1806. Die Einleitung zu ſeiner Ueberſetzung von Wolff's Abhandlung über die Bildung des Darmkanales, 1812. Ueber die Entwicklung der Centraltheile des Nervenſyſtems, in ſeinem Archiv I. S. 1 und 334. Der Wirbel= und Schädelknochen S. 589. Beitrag zur Entwicklungsgeſch. d. Darmes. Ebendaſ. I. II u. III. Ueber die Dauer der Pupillarmembran. Ebendaſ. I. Beiträge zur Bildungsgeſch. des Herzens. Ebendaſ. II. Beitrag zur Entwicklungsgeſch. der Zähne. Ebendaſ. III. Auch muß ſchon hier Meckel's path. Anatomie als von größter Bedeutung für die Entwicklungsgeſch. überhaupt genannt werden. Tiedemann's hierhin gehörige Schriften ſind ſeine: Anatomie der kopfloſen Mißgeburten, Landshut 1813 und ſeine Bildungsgeſch. des Gehirns, Landshut 1816. Ferner ſind zu bemerken: Autenrieth, Suppl. ad hist. embryon. human. Tubing. 1797. Sömmering, Icones Embryonum human. Francof. 1799. Carus, Verſuch einer Darſtellung des Nervenſyſtems, 1814. Kieſer, der Urſprung des Darmkanales aus der Vesicula umbilicalis. Göttingen 1810. Rosenmüller, Quaedam de Ovariis Embryonum. Lips. 1802. u. A.

Wenn ſchon bei dieſen Unterſuchungen über die Bildung menſchlicher Embryonen die Thiere, und namentlich die Säugethiere, nicht unberückſichtigt bleiben konnten, ſo waren doch auch mehre Arbeiten denſelben ſpeciell gewidmet und beſonders über die erſte Eibildung ſuchte man durch Verſuche bei Thieren Aufſchluß zu erhalten. Hierhin gehören vorzüglich Kuhlemann's unter Haller's Theilnahme angeſtellte Verſuche: Observat. circa negot. generat. Lips. 1754, die auch in Haller's Phyſiologie wiedergegeben ſind. Ferner Grassmeyer, De Foecundat. et Conceptione humana. Gotting. 1789. Haighton, Ueber die Befruchtung der Thiere. Philos. Transact. 1797 u. Reil's Archiv. III. S. 31. Cruikſhank, Verſuche über die Befruchtung bei Kaninchen. Ebendaſ., der Erſte, welcher Säugethiereier im Eileiter ſah. Ueber die Eihäute der Embryonen handelten vorzüglich Oken, Kieſer und Emmert in ihren bereits erwähnten Abhandlungen.

Von Beobachtungen über die Entwicklung des Vogeleies ſind vorzüglich nur die von Haller: Deux mémoires sur la formation du poulet, Lausanne

1758 und in Opp. min. Tom. II. und die schon oben genannten von C. F. Wolff zu erwähnen. Auch M. Tredern, Diss. sist. ovi avium historiae et incubationis prodromus. Jenae 1808 u. Hildebrand, Diss. Struthionis Cameli Embryonis fabricam sistens. Halae 1805.

Ueber die Entwicklung niederer Thiere ist zu nennen: Cavolini, Abhandlung über die Erzeugung der Fische und Krebse übers. v. Zimmermann. Berlin 1793. — Emmert u. Hochstetter, Ueber d. Entwicklung der Eidechsen, Reil's Archiv. X. S. 84. — Stiebel, Ueber die Entwicklung der Teichhornschnecke, Meckel's Archiv. II. S. 557.

Wir müssen, wie bereits oben erwähnt wurde, diese Periode als die des letzten und härtesten Kampfes der Evolutionstheorie gegen die Epigenese betrachten und haben sowohl als Vorfechter der einen als der andern vorzüglich zwei Männer zu nennen. Die Evolution fand in dieser Periode ihre gewichtigsten Vertheidiger in Haller und Bonnet (Considérations sur les corps organisés. Amsterdam 1762); die Epigenese in C. F. Wolff und in Blumenbach: Ueber den Bildungstrieb. Göttingen 1789. Obgleich noch nicht mit den Mitteln ausgerüstet, wie wir, um die Unrichtigkeit der Evolution in der von Haller und Bonnet angenommenen Weise mit Leichtigkeit durch die unmittelbare Beobachtung des sich entwickelnden Eies, darthun zu können, stellten sie ihr dennoch sowohl aus der Entwicklungsgeschichte als aus den Erscheinungen des Wachsthumes und der Regeneration so viele Thatsachen entgegen, daß wir von da an die Evolutionstheorie, wenigstens in der früher aufgestellten Form, als gänzlich beseitigt erachten können, wenngleich selbst ein Mann, wie Cuvier sich ihr geneigt zeigte. In den die Entwicklungsgeschichte betreffenden Schriften sehen wir sie nicht mehr wirksam auftreten.

Mit dem Jahre 1817 als dem des Erscheinens des Werkes von Pander: Das bebrütete Hühnchen im Eie, Würzburg 1817, müssen wir eine neue Epoche in der Entwicklungsgeschichte beginnen lassen, wenngleich durch dasselbe nicht sogleich und unmittelbar eine auffallende Veränderung in der Entwicklungsgeschichte herbeigeführt wurde. Dennoch müssen wir dasselbe als den Ausgangspunkt eines ganz andern Geistes in der Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte betrachten, der sich bis in die neueste Zeit immer mehr und mehr geltend gemacht hat, und schon durch die außerordentlich große Zahl von ausgezeichneten Arbeiten, welche mehr oder minder durch denselben hervorgerufen wurden, seinen großen Einfluß bewiesen hat. Zwar kann nicht behauptet werden, daß die specielle Richtung, welche dem Studium der Entwicklung des Eies und Embryo's durch jenes Werk von Pander gegeben wurde, eine allgemeine Befolgung in, und noch weniger außer, Deutschland gefunden hätte. Allein wo dieses bewußt oder unbewußt auch nicht der Fall war, muß man doch zugeben, daß die größte Zahl dieser Arbeiten doch durch den Eifer Derer veranlaßt und hervorgerufen wurde, die in jener bestimmten Richtung arbeiteten.

Als geistiger Urheber dieser Richtung muß Döllinger betrachtet werden. Durch ursprünglich philosophische, und zwar naturphilosophische Studien zu der Ueberzeugung geführt, daß der Schlüssel zur Erkenntniß der Erscheinung der gewordenen und ausgebildeten Organismen, der Bedeutung des Baues und der Verrichtung ihrer Organe, in dem Werden derselben zu suchen und zu finden sei, fühlte und erkannte Döllinger dennoch wohl, daß dieses Werden nur auf dem Wege der Beobachtung und Erfahrung zu erfassen sei. Obgleich nur wenige in diesem Sinne unternommene Arbeiten seinen Namen selbst tragen, wie z. B. ein Programm: Malpighii Iconum ad historiam ovi incubati spectantium censurae. Specimen. Wirceburgi 1818. 4to. und Ueber den

Kreislauf des Blutes (Blut-Gefäßbildung) in den Denkschriften der Münchner Akademie Bd. VII 1820, und die erst kürzlich angefangene und unvollendet hinterlassenen: Grundsätze der Physiologie. Regensburg 1842, so wurden doch nur unter seiner Leitung die an tausenden von Hühnereiern angestellten höchst genauen und vollständigen Untersuchungen von Pander und d'Alton vorgenommen, und von ihm empfing der bedeutendste Forscher für die Entwicklungsgeschichte in der neuern Zeit C. E. v. Bär die Anregung zu dieser Studienrichtung. Das materiell wichtigste Resultat der Pander'schen Untersuchungen, welches als äußeres Kennzeichen der durch sie gegebenen Richtung der Entwicklungsstudien betrachtet werden kann, war die Entdeckung, daß der Keim aus verschiedenen hautartigen Schichten, Blättern zusammengesetzt ist, die zu den verschiedenen Organen und organischen Systemen des werdenden Embryo's in einer verschiedenen genetischen Beziehung stehen.

Der wichtigste Vertreter dieser in der Entwicklungsgeschichte auftretenden Richtung, dem sie auch wohl vorzugsweise die allgemeine Geltung verdankt, die sie wenigstens in Deutschland erlangte, war Carl Ernst von Bär. Nur das wahre Talent vermag solche mit der unermüdlichsten Sorgfalt und Genauigkeit bis in's Kleinste und Feinste eindringende Beobachtungen, und zugleich so umfassende allgemeine Ideen und tief in die Gesetze der thierischen Organisation eindringende Blicke zu produciren, wie sie v. Bär in seiner Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte des Hühnchens, und später auch der Säugethiere geliefert hat. Durch ihn erhielt das so viele Jahrhunderte bestrittene Problem seine Entscheidung, ob auch die Säugethiere und der Mensch aus einem präformirten Keime sich entwickeln, oder derselbe erst das Product der Zeugung ist; und er allein konnte bisher die durch die Beobachtung unterstützte Behauptung aussprechen, daß sich dieser Keim der Säugethiere auf dieselbe Weise, nach denselben Gesetzen, wie der anderer Thiere entwickle. Nächst ihm ist es Rathke, dessen Arbeiten vorzüglich in der Sphäre niederer Wirbel- und wirbelloser Thiere und zahlreiche Specialuntersuchungen der Entwicklung der Organe auch höherer Wirbelthiere, dem Studium der Entwicklungsgeschichte der speciellen Richtung desselben Ansehn und Bedeutung geben mußten. Endlich als Schlußstein der in diese Periode fallenden und die in derselben herrschend gewordenen Ideen dieselben in eine allgemeine Anwendung für die Darstellung der Entwicklung wenigstens der Vögel und Säugethiere setzend, will ich hier, vor Erwähnung der einzelnen in diese Periode fallenden Untersuchungen, Valentin's Entwicklungsgeschichte nennen, die sowohl wegen der eigenen Arbeiten des Verfassers, deren Richtung ich später angeben werde, als durch die Wirkung, die sie durch eine zusammenfassende Darstellung der zahlreichen Einzelarbeiten ausübte, als bedeutend bezeichnet werden muß.

Sehr viele in diese Periode fallenden Arbeiten umfassen der Natur der Sache nach nicht mehr einzelne Thiere oder Thierclassen, sondern sind auf einzelne Organe und organische Systeme in ihrer Entwicklung in den verschiedensten Thierclassen gerichtet. Sehr natürlich; denn es war und ist eben ein Hauptresultat der Forschungen dieser Periode, daß ein allgemeines Gesetz die Entwicklung wenigstens aller Wirbelthiere, wenn nicht auch der Wirbellosen, bedingt und bestimmt, und es ergab sich von selbst, so wie auch durch die äußeren Verhältnisse der leichtern Zugänglichkeit und Beobachtung, auf die verschiedensten Thiere Rücksicht zu nehmen. Indessen will ich dennoch bei Erwähnung der in diese Zeit fallenden Arbeiten den

früher eingeschlagenen Gang beibehalten, und zur Ergänzung dann noch eine Zusammenstellung der die einzelnen Organe betreffenden Arbeiten geben.

Daß sich in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Eies und Embryo's noch im Ganzen wenig von dem dieser Periode eigenen Geiste kundgethan, liegt in der Natur der Sache. Man forderte und fordert mit Recht überall die unmittelbare Beobachtung, und diese ist hier um so schwieriger, je seltener das Material in den doch Alles entscheidenden ersten Zeiten ist. So sehen wir denn in der ersten Zeit noch mehr über das „Daß", als „Was" die Streitigkeiten geführt werden, und vorzugsweise das Ei, Eihäute und Placenta als Gegenstände der Discussion. Vorzüglich beschäftigte zunächst die Beobachter die durch Okens und Kieser's oben schon erwähnte Untersuchungen angeregte Frage nach der Nabelblase; dann die Bildung und Natur der Decidua, ferner des Chorions und seiner Flocken, die Existenz oder das Fehlen der Allantois und die Beschaffenheit des mütterlichen und kindlichen Antheils der Placenta. Vorzüglich wichtig sind in diesen Beziehungen bald mehr in der einen, bald mehr in der andern folgende Schriften und Abhandlungen, denen ich selbst die bis in die neueste Zeit erschienenen hinzufüge, insofern sie nicht an der seit dem Jahre 1838 begonnenen neuen Periode der Entwicklungsgeschichte Theil genommen.

E. Home, Ueber den Uebergang des Eies aus dem Eierstocke in die weibliche Gebärmutter. Philos. Transact. P. II p. 252 und in Meckel's Archiv. IV S. 277. Vgl. auch Catalogue of the Museum of the royal college of Surgeons in Lond. Vol. V p. 153 Note. — Bojanus, Ueber die Decidua. Isis. 1821. S. 268. — Carus, Zur Lehre von der Schwangerschaft und Geburt. 2 Bde. 1822—1824. — Derselbe, Ueber die Flocken des Chorions in v. Siebold's Journal VII St. 1. — Eichwald, Disquis. physiol. in ovum human. Casani 1824. — Dutrochet und Breschet, Ueber die Eihüllen des menschl. Fötus. Journ. de Médec. Tom. VI p. 474. — Pockels, Beschreibung mehrer sehr junger menschlicher Eier. Isis 1825. S. 1342. E. H. Weber, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Embryo's in Meckel's Archiv. 1827. S. 226. R. Wagner, Ueber die hinfällige Haut in Meckel's Archiv. 1830. S. 73. — J. Müller, De ovo humano atque embryone observat. anat. Bonnae 1830. und Meckel's Archiv. 1830. S. 411. — E. Weber, Disquis. anat. uteri et ovariorum puellae septimo a conceptione die defunctae institut. Diss. Halis 1830; auch in d. Salzb. med. Zeitg. 1832. Bd. III. S. 10. W. Bock (J. Müller), Diss. de Membr. decidua Hunteri. Bonnae 1831. — J. C. Meyer, Icones selectae praeparat. Mus. Bonnensis. Bonn. 1831. p. 22. — Seiler. Die Gebärmutter und das Ei des Menschen. Dresden 1831. — Lee, On the structure of the human ovum. Med. chirurg. Transact. 1832. — Radfort, On the structure of the human placenta. Manschester 1832. — E. H. Weber, Ueber den Bau der Placenta in Hildebrandt's Anatomie. Bd. IV S. 495. 1832. und in R. Wagner's Physiologie. S. 124. 1842. —Breschet, Etudes sur l'oeuf humain. Mémoires de l'acad. roy. de Méd. Tom II. 1833 — Velpeau, Embryologie ou ovologie humaine. Paris 1833. — Le Sauvage, Développement, organisation et fonction du Membr. caduca. Archv. gén. Mai 1833. — Lee, Ueber die Structur des Mutterkuchens. Lond. med. gaz. 1833. — Th. L. W. Bischoff, Beiträge zur Lehre von den Eihüllen des menschl. Fötus. Bonn 1834. — Lyclama a Nycholt, Diss. de placentae evolutione

Lugd. Bat. 1834. — Tilanus, Ueber die Bildung der Decidua. Tydschrift voor naturlyke Geschiedenis. 1834. p. 263. — Buisson, Anatomie et physiologie des annexes du foetus. Paris. 1834. 8vo. — Mayo, Ueber den Bau der Decidua. Med. quart. Review. April 1835. — J. C. Mayer, Ueber die Nabelblase und die Allantois des Menschen. Nov. act. nat. curios. XVIII. 1837. — v. Bär, Beschreibung eines 8 Tage alten menschlichen Eies in v. Siebold's Journal. 1835. XIV Hft. 3. — J. Müller, Beschreibung und Abbildung eines 7—8 Linien im Durchmesser haltenden Eies mit der Allantois, in dessen Archiv. 1834. S. 8 und Physiologie II S. 713. — Ritgen, Beiträge zur Aufhellung der Verbind. der menschl. Frucht mit dem Fruchthälter Leipzig. 1835. — Flourens, Cours sur la génération, l'ovologie etc. Paris. 1836. — Derselbe, Ueber die Gefäßverbindung zwischen Mutter und Kind. Ann. des sc. nat. 1836. — Schott, Die Controverse über die Nerven des Nabelstranges. Frankf. 1836. — Coste, Embryogénie comparée. Paris. 1837. — Montgommery, Die Lehre von den Zeichen der menschlichen Schwangerschaft, übers. v. Schwann. Bonn. 1837. — Eschricht, De organis, quae respirationi et nutritioni foetus inserviunt. Hafn. 1837. — Rob. Lee, Ueber den Bau der Decidua vera und reflexa. Lond. med. gaz. 1838. p. 334. — Churchill, Ueber den Nabelstrang. Edinb. med. and surg. Journ. No. 174 p. 281. 1838. Wharton Jones, Beschreibung eines sehr frühen menschl. Eies. Philos. Transact. 1837. p. 339. Breschet und Gluge, mikroskopische Unters. der Eihäute. Ann. des sc. nat. VIII p. 224. — Jacquemier, Ueber den Bau der Placenta. Archv. gén. 1838. p. 165. — Hugh Carmichael, Ueber den Sitz der Placenta im Uterus. Dubl. med. Press. 1839. — Volkmann, Beschreibung eines menschl. Eies aus der frühesten Periode der Schwangerschaft. Müller's Archiv. 1839. S. 248. — Serres, Ueber die Bildung des Amnion. Ann. des sc. nat. XI p. 234. — Allen Thomson, Zusammenstellung der bis jetzt bekannt gewordenen Beobachtungen frühster menschlicher Eier und Beschreibung mehrer neuer. Edinb. med. and surg. Journ. No. 140 p. 119. 1840. — William Bloxam, Ueber den Bau der Placenta und ihre Verbindung mit dem Uterus. Lond. med. gaz. 1840. April. p. 74. — Knox, Ueber den Bau der Placenta. Ibid. Oct. p. 209. R. Lee, Ueber den Bau der Decidua. Ibd. Aug. p. 833. — John Reid, Ueber das Verhalten der Gefäße der Mutter zu denen des Kindes in der Placenta. Edinb. med. and surg. Journ. No. 146. p. 1. 1841. — Sharpey, Ueber den Bau der Placenta. Note zu Dr. Baly's Uebers. von J. Müller's Physiologie II. 1841. — Coste, Ueber den Bau der Decidua und den mütterlichen Antheil der Placenta. Comptes rendus. 1842. Julliet.

Für die Bildung und die Beschaffenheit des Säugethiereies war, wie ich schon erwähnte, diese Periode durch Entdeckung des Eierstockeies von entscheidender Wichtigkeit. Darüber und über die Entwicklung desselben und des Embryo's erschienen folgende Schriften:

Dutrochet, Untersuchungen über die Fötushüllen. Mém. de la soc. d'émulat. Ann. VIII 1817. p. 1—64. auch in Meckel's Archiv. V S. 535. Cuvier, Ueber das Ei der Säugethiere. Mém. du Muséum d'hist nat. Tom. III p. 98. auch in Meckel's Archiv. V S. 574. — Dutrochet, Mémoire pour servir a l'hist. anat. et phys. des végétaux et des animaux. Paris. 1837. — Emmert und Burggrätz, Beobachtungen über einige schwangere Fledermäuse. Meckel's Archiv. IV S. 1. 1818. — Emmert,

Bemerkungn über die Harnhaut. Ebendas. S. 537. — Bojanus, Ueber die Darmblase des Schaafsfötus. Ebend. S. 34. — Mondini, Bemerkungen über die Hüllen des menschlichen und einiger Säugethier-Fötus. Opuscol. scientif. Bologn. 1819. Vol III p. 380; auch in Meckel's Archiv. V S. 592. — Allessandrini, Bemerkungen über die Fötushüllen von Phoca. Ebend. S. 298. — E. Home, Ueber die Eier der verschiedenen Opossum- und Ornithorrynchus-Arten. Philos. Transact. 1819. p. 234; auch in Meckel's Archiv. V S. 419. — Blainville, Ueber die weibl. Zeugungstheile und den Fötus der Beutelthiere. Bullet de la soc. philomat. 1818. p. 25; auch in Meckel's Archiv. VI S. 450. — Blundell, Versuche über einige streitige Punkte des Zeugungsgeschäftes. Med. chirurg. Transact. Vol. X p. 246. 1819; auch in Meckel's Archiv. S. 422. — Bojanus, Beschreibung eines 24 Tage alten Hundeeies und Embryo's. Acta nat. curios. X. 1. p. 139. 1820. — Prevost und Dumas, Ueber die erste Entwicklung des Hunde- und Kanincheneies. Ann. des sc. nat. Tom. III p. 135. — K. E. v. Baer, De ovi mammal. atque hominis genesi. Regiomont. 1827 und Commentar hierzu in Heusinger's Zeitschrift für organ. Phisik II. p. 125. — Derselbe, Untersuchungen über die Gefäßverbindung zwischen Mutter und Frucht in den Säugethieren. Leipzig 1828. — Rathke, Ueber die Verbindung zwischen Mutter und Frucht des Elennthieres. Meckel's Archiv. 1832. S. 398. — Coste, Récherches sur la génération des Mammifères. Paris 1834. Bernhard, Symbolae ad ovi mammalium hist. ante praegnat. Vratislav. 1834. Wharton Jones, Ueber das unbefruchtete Säugethierei. Lond. and Edinb. philos. Mag. 1835. — R. Wagner, Einige Bemerkungen und Fragen, das Keimbläschen betreffend. Müller's Archiv. 1835. S. 373. — Valentin, Ueber den Inhalt des Keimbläschens. Müller's Archiv. 1836. S. 162. R. Wagner, Beiträge zur Geschichte der Zeugung. Abhandl. der mathem.-phys. Classe der Königl. Baier. Akademie der Wissensch. II S. 531. — Derselbe, Prodromus hist. generat. hom. et animalium. Lips. 1836. fol. — v. Bär, Ueber die Entwicklungsgesch. der Thiere. II. Königsberg 1837. — Coste, Embryogénie comparée. Paris 1837. — Wharton Jones, Beobachtung einiger Kanincheneier im Eileiter. Philos. Transact. 1837. T. II p. 339. — Pockels, Ueber die Brunstzeit der Rehe. Wiegmann's Archiv. 1835 u. Müller's Archiv 1836. S. 193. — Owen, Ueber das Ei des Ornithorrynchus. Philos. Transact. 1834. I. — Derselbe, Ueber die Eihäute und den Fötus der Beutelthiere und des Känguru. Lond. Mag. of nat. hist. Vol I p. 471. Ann. des sc. nat. VII p. 372. L'Institut. No. 247. — Flourens, Untersuchungen über die Structur des Nabelstranges. Ann. des sc. nat. 1835. — Martin St. Ange, Sur les villosités du Chorion des Mammifères. Ibid. V p. 53. — Flourens, Sur les communications vasculaires entre la mère et le foetus. Ibid. V p. 65. — Eschricht, De organis, quae respirationi et nutritioni foetus mammalium inserviunt. Hafniae 1837. — J. C. Mayer, Ueber die Eihäute von Phoca vitulina. 1838. — Barkow, Ueber Schwangerschaft und Placentarbildung beim Meerschweinchen. — Uebersicht der Arbeiten der schlesischen Gesellschaft etc. 1838. S. 80. — Hausmann, Ueber die Zeugung und Entstehung des wahren weiblichen Eies bei den Säugethieren. Hannover 1840. 4to. —

Ueber das Vogelei schrieben in dieser Periode: Pfeil, Diss. sistens historiam metamorphoseos quam ovum incubatum prioribus quinque diebus subit. Wirceb. 1817. 8. — Dutrochet, Geschichte des Vogeleies vor dem Legen. Journ. de Phys. I. 88 p. 170 und Meckel's Archiv. 1820. VI S. 379.

Die wichtigsten Schriften sind aber die beiden schon oben genannten von Pander: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Eie. Würzburg 1817 mit Tafeln von d'Alton, und von Bär's klassisches Werk: Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Bd. I. 1828. Kürzer in Burdach's Physiologie. Bd. II und in dem 2. Bande des obengenannten Werkes. 1837. Sehr einflußreich wegen Entdeckung des Keimbläschens war aber auch eine Schrift von Purkinje: Symbolae ad ovi avium historiam ante incubationem. Lips. 1830. und der Artikel »Ei« im Berliner encyclopäd. Wörterbuch der med. Wissenschaften. Bd. X 1834. S. 107. — Sehr hinter dem in Deutschland gewonnenen Standtpunkte zurück blieben aber die Untersuchungen von Coste und Delpech in ihren: Mémoires sur la générat. des Mammifères. Paris 1835; dagegen Valentin's Handbuch der Entwicklungsgeschichte und R. Wagner's Physiologie I. S. 62. letzteres vorzüglich auch durch die in den Icones physiolog. I. gegebenen Abbildungen eine vollkommene Darstellung der Entwicklung des Vogeleies geben. Außerdem wurde dasselbe Gegenstand der meisten in dieser Periode angestellten Untersuchungen über die Entwicklung einzelner Organe, so daß auf diesem Gebiete in morphologischer und organologischer Beziehung wenig mehr zu thun übrig sein möchte.

Von Amphibien wurde namentlich die Entwicklung der Frösche und der Nattern mehrfach weiter bearbeitet. So Peschier, Chem. physiol. Bemerkungen über den Froschlaich. Meckel's Archiv. 1817. — Funk, De Salamandrae terrestris vita, evolutione, formatione tractatus. Berol. 1817. — Rathke, Diss. de Salamandrar. corpor. adiposis eorumque evolutione. Berol. 1818. — Prévost und Dumas, Ueber die Entwicklung der Froscheier. Ann. des sc. nat. Pr. Sér. Tom. II p. 110. — Steinheim, Entwicklung der Frösche. Hamburg 1820. — van Hasselt, Diss. observat. de metamorphos. quarund. part. ranae temporar. Groening. 1820. — Rusconi, Amours des Salamandres aquatiques. Milan. 1821. — Rusconi, Développement de la Grénouille commune. Milan. 1826. — Tiedemann, Ueber das Ei der Schildkröte. Heidelberg. 1828. — Baumgärtner, Ueber Nerven und Blut. Freiburg. 1830. und Müller's Archiv. 1835. S. 563. — v. Bär, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Schildkröte. Müller's Archiv. 1834. S. 544. — v. Bär, Die Metamorphosen des Eies der Batrachier vor der Erscheinung des Embryo's. Müller's Archiv. 1834. S. 481. — Brandt, Chemische Analyse der Eier von Coluber natrix. Meckel's Archiv. III S. 389. — Volkmann, De Colubri natricis generatione. Lips. 1834. — Rusconi, Erwiderung auf die Bemerkungen v. Bär's über die Entwicklung des Froscheies. Müller's Archiv. 1836. S. 205 — v. Bär, Entwicklungsgeschichte der Batrachier in seiner Entwicklungsgeschichte der Thiere Bd. II S. 280. 1837. — Rathke, Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg. 1839. 4to. —

Auch über die Entwicklung der Fische wurden mehrfache Arbeiten geliefert. — Vauquelin, Analyse der Eier des Hechtes. Journ. de Pharmac. p. 385. und Meckel's Archiv. IV S. 608. — Forchhammer, De Blennii vivipari formatione et evolutione observationes. Kiliae 1819. — Rathke, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Haifische und Rochen in seinen Beiträgen zur Geschichte der Thierwelt. IV S. 4. 1827. — Derselbe, Bildungs- und Entwicklungs-Geschichte des Blennius viviparus in seinen Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungs-Geschichte des Menschen und der Thiere. II S. 1. 1833. — Derselbe, Ueber das Ei einiger Lachsarten.

Meckel's Archiv. 1832. S. 392. — Prévost, De la generation chez le Sechot (Mulus gobio). Genéve 1828. — J. Davy, Entwicklung von Torpedo. Philos. Transact. 1834. II. — v. Bär, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Fische. 1835. 4to. — Rusconi, Sopra la secondazione artificiale ne pesci. Bibl. ital. Tom. 79. und Müller's Archiv. 1836. S. 278. 1840. S. 186. — Schaw, künstliche Befruchtung von Lachseiern Frorp. N. Not. Nro. 293. — v. Bär, Entwicklung der Fische in seiner Entwicklungsgeschichte der Thiere. Bd. II S. 295. — J. Müller, Ueber die Verbindung des Fötus einiger Haifische mit der Mutter durch einen Mutterkuchen. Bericht über die Verhandl. der Königl. Ak. der Wissenschaften zu Berlin. 1839. Februar und April. —

Die Entwicklungsgeschichte der Insecten und anderer Annulaten bearbeiteten vorzüglich: Herold, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. Kassel 1815. — Derselbe, Ueber den Bau und die Entwicklung des Spinneneies. Marburg 1824. — E. H. Weber, Ueber die Entwicklung des Blutegels. Meckel's Archiv. 1828. S. 336. — Rathke, Entwicklungsgeschichte des Flußkrebses. Leipzig 1829. Fol. und in Burdach's Physiologie Bd. II. — Derselbe, Entwicklungsgeschichte der Blatta germanica. Meckel's Archiv. 1832. — Derselbe, Ueber die Entwicklung der Wasserassel. Abhandlungen etc. I., 1. — Derselbe, Ueber die Entwicklung der Kellerassel. Abhandlungen. II S. 69. — Ueber die Entwicklung von Daphnia pulex, Lynceus sphaericus, Cyclops quadricornis. Ebend. S. 85. 1833. — Herold, Untersuchungen über die Bildung wirbelloser Thiere im Ei. Von der Erzeugung der Insecten. 1835 I. 1838 II. — Rathke, Ueber die Entwicklung der Decapoden. Müller's Archiv. 1836. S. 187. — Milne Edwards, Ueber die Entwicklung des Limulus. L'Institut No. 258. — Duncan, Zur Entwicklung des Garnelenkrebses. L'Institut No. 245. — Filippi, Sopra l'anatomia e lo sviluppe delle Clepsine. Pavia 1839. Giorn. med. chirurg. di Pavia. Vol. XI. Fasc. LXI. — Rathke, Ueber die Entwicklung mehrer Crustaceen. Wiegmann's Archiv. 1840. S. 244. — Jurine, Histoire des Monocles. Genéve 1840. — Rathke, Zur Entwicklungsgeschichte der Decapoden. Beiträge zur vergl. Phys. und Anat. Reisebemerkungen aus Scandinavien. Danzig 1842. —

Mit der Entwicklungsgeschichte der Mollusken beschäftigten sich in dieser Periode: E. Home, Ueber die unterscheidenden Merkmale zwischen den Eiern der Sepien und der im Wasser lebenden Schaalthiere. Meckel's Archiv. 1818. IV S. 274. — Carus, Von den äußeren Lebensbedingungen der weiß- und kaltblütigen Thiere. Leipz. 1824. 4to — Prévost, De la generation chez les moules des peintres. 1825. — Coldstream, Ueber den Fötus von Sepia off. Lond. and Edinb. philos. Mag. Oct. 1833. — Laurent, Observations sur le dévéloppement de l'oeuf des limaces. Ann. des sc. nat. Tom. IV p. 248. — Jaquemin, Sur le dévéloppement des Planorbe. Ann. des sc. nat. V p. 117 und 119. — Quatrefages, Sur la vie intrabranchiale des petites anodontes. Ibid. p. 321. — Dujardin, Lettre sur les phénoménes présentés par les oeufs de Limace pondus depuis peu de temps. Ibid. VII p. 374. — Dugés, Sur le dévéloppement de l'embryon chez les Mollusques cephalopodes. Ibid. VIII. q. 107. — Dumortier, Mém. sur l'embryogenie des Mollusques gasteropodes. Ibid. p. 129. Bruxelles. 1837. Pouchet, Sur le dévéloppement de l'embryon des Lymnées. Ibid. X p. 63. — Sars, Ueber die Entwicklung von Tritonia, Eolidia, Doris und Aplysia. Wiegmann's Archiv. 1840. S. 196. — Rathke, Ueber

die Entwicklung von Mysis vulg. Wiegmann's Archiv. 1839. S. 195. — van Beneden, Récherches sur l'Embryogénie des Sepioles. Mém. de l'acd. de Bruxelles. 1841. — Derselbe, et Windischmann sur l'embryogénie des Limaces. Bruxelles 1841. — Derselbe, Récherches sur le développement des Aplysies. Bullet de l'acad. royal. de Bruxelles. Tom. VII No. II.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte noch niedrigerer Thiere lieferten: Rathke, Zur Morphologie. Reisebemerkungen aus Taurien. Riga und Leipzig. 1837. 4to. — Sars, Mém. sur le développement de la Medusa aurita et Cyanea capillata. Ann. des sc. nat. Tom. XVI p. 321. und Wiegmann's Archiv. III S. 404. — v. Siebold, Ueber Medusa aurita. Neuste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. III. 2. 1839. — Ehrenberg, Ueber Medusa aurita. Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1835. — Dujardin, Sur l'embryogénie des Entozoaires. Ann. des. sc. nat. VIII p. 303. — Derselbe, Sur les Taenias et les mouvements de leur Embryon dans l'oeuf. Ibid. X p. 29. — v. Siebold, Entwicklung mehrer Eingeweidewürmer in Burdach's Phys. II. 2. Aufl. S. 211. — Lowen, Entwicklung von Campanularia und Syncoryne. Wiegmann's Archiv. 1837. S. 249 und 321. —

Während uns auf solche Weise die Literatur eine große Anzahl monographischer Bearbeitungen der Entwicklungsgeschichte des Eies und Embryo's einzelner Thiere und Thierclassen nachweiset, hat es auch nicht an solchen über die Entwicklung einzelner Organe oder organischer Apparate, oft in größerer Ausdehnung über viele Thierclassen, gefehlt.

So schrieben über die Entwicklung der Knochen: Schulze, Ueber die ersten Spuren des Knochensystems und die Entwicklung der Wirbelsäule in den Thieren. Meckel's Archiv. 1818. IV S. 329. — Becklard, Ueber die Osteose. Meckel's Archiv. 1820. VI S. 405. — Meckel, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Wirbel. Archiv. 1820. VI S. 397. — Serres, Ueber die Gesetze der Osteogenie. Ebend. 1821. VII S. 451. — Rathke, Ueber die Kiemenbogen der Embryonen der Wirbelthiere. Isis. 1825. S. 747 und 1100. 1827. S. 84. 1828. S. 108. — Derselbe, Ueber den Kiemenapparat und das Zungenbein. Riga und Dorpat. 1832. 4to. — v. Bär, Ueber die Kiemen und Kiemengefäße der Embryonen der Wirbelthiere. Meckel's Archiv. 1827. S. 556 und 1828. S. 143. — Reichert, Ueber die Kiemen oder Visceralbogen der Embryonen der Wirbelthiere. Müller's Archiv. 1837. S. 120. — Derselbe, Ueber die Entwicklungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien. Königsberg. 1838. 4to. — Rathke, Ueber die Entwicklung des Brustbeins: Zur Entwicklungsgeschichte der Thiere. Müller's Archiv. 1838. S. 365. — Derselbe, Ueber die Entwicklung des Schädels der Wirbelthiere. Vierter Bericht des naturwissenschaftlichen Seminars zu Königsberg. 1839. 4to. — Leukart, Ueber den Zwischenkiefer. Freiburg. 1840. 4to. — Endlich auch die Hand- und Lehrbücher der Anatomie von Hildebrand, Ausg. von E. H. Weber, und von J. M. Weber. — Ueber die Entwicklung der Zähne: Rousseau, Diss. sur la prémière et la deuxième dentition. Paris. 1820. — Derselbe, Anat. comparée du systeme dentaire. Paris. 1838. — Arnold, Salzb. med. Zeitung. 1831. S. 236. — Rashkow, Meletemata circa dentium mammalium evolutionem. Vratislav. 1834. — Linderer, Handbuch der Zahnheilkunde. Berlin. 1837. S. 88 und 219. — Nasmyth, Researches on the developpement struct. and diseases of the teeth. Lond. Med. chirurg. Transact. 1839. — Goodsire, Ueber den Ursprung und die Entwicklung des Zahnmarkes und der Zahnsäckchen beim Menschen. Frorp. N. Not. No. 199—203.

Ueber die Entwicklung des Centralnervensystems und der Sinnesorgane schrieben; Akermann, De systematis nervei primordiis. Manhemii 1823. — Girgensohn, Bemerkungen über die Deutung einiger Theile des Fötusgehirnes. Meckel's Archiv. VIII S. 358. — Derselbe, Bildungsgeschichte des Rückenmarksystems. Riga und Leipzig 1837. — Rathke, Ueber die Entstehung der Glandula pituitaria. Müller's Archiv. 1838. S. 482. — Kiefselbach, Diss. sistens format. et evolut. Nervi sympath. Monachi 1836. — Ueber das Auge: Cloquet, Ueber die Pupillarmembran und die Bildung des kleinen Pulsaderkreislaufes der Blendung. Paris. 1818. Meckel's Archiv. IV S. 636. — Portal, Ueber die Pupillarmembran. Mém. du Muséum IV S. 457. Meckel's, Archiv. IV S. 640. — v. Ammon, De genesi et usu maculae luteae. Weimar. 1830. — Huschke, Ueber die Entstehung des Auges. Meckel's Archiv. 1832. — Henle, Diss. de membrana pupillari Bonnae. 1832. — Reich, Diss. de membr. pupillari. Berolin. 1832. — Arnold, Untersuchungen über das Auge des Menschen. 1832. S. 135. — J. Müller, Ueber die Membr. capsulo pupillaris. v. Ammon's Zeitschrift. Bd. II S. 391. — v. Ammon, Die rothe Färbung in den Augenhäuten und Augenflüssigkeiten mancher menschl. Embryonen. Ebend. II S. 446. — Derselbe, Skizze einer Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. Ebend. II S. 503. — Arnold, Ueber die Membr. capsulo pupillaris. Ebend. III S. 37. Valentin, Zur Bildung des Fötusauges. Ebend. III S. 302. — v. Ammon, Die Bildung des Vogelauges in den ersten Tagen seiner Entstehung. Ebend. III S. 341. — Rathke, Bildungsgeschichte des Auges beim Schleimfische. III S. 362. — Henle, Einige Worte über die Membr. capsulo pupillaris. Ebend. IV S. 23. — Arnold, Einige Worte über die Membr. capsulo pupillaris. Ebend. IV S. 28. —

Ueber die Entwicklungsgeschichte des Gehörorganes schrieben: Hyrtl, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Gehörorganes Oester. med. Jahrb. XX S. 449. — Reichert, in seiner oben erwähnten Abhandlung über die Visceralbogen in Müller's Archiv. 1837. — Seydl, De genesi auris externae Vratislav. 1837. — Günther, De cavitatis tympani et part. adhaer. genesi. Diss. Dresdae. 1838. — Derselbe, Beobachtungen über die Entwicklung des Gehörorganes. Leipzig. 1842.

Ueber die Bildung der Geruchswerkzeuge der Säugethiere. Rathke, Abhandlungen I S. 95. —

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Darmes lieferte Spangenberg in Meckel's Archiv. V S. 87. 1819. —

Beobachtungen über die Structur und Entwicklung einiger conglomerirter und einfacher Drüsen. E. H. Weber in Meckel's Archiv. VIII. 1823. S. 274. — J. Müller, De glandularum secernent. structura penitiori. Lips. 1830. — Arnold, Ueber die Entwicklung der Milz, Schilddrüse, Thymus und Nebenniere. Salzburger med. Zeitg. 1831.

Ueber die Athemorgane: Fleischmann, Einiges über den Gang der Ausbildung der Luftröhre. Meckel's Archiv. 1823. VIII S. 65. — Meckel, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Lungen. Archiv. 1830. S. 230. — Leukart, Untersuchungen über die äußeren Kiemen der Rochen und Haien. Heidelberg. 1836. — Serres, Ueber die Kiemen und den Respirations-Apparat des Embryo's. Ann. des sc. nat. IX p. 328. X p. 129. XIII p. 141. —

Ueber die Kreislaufsorgane und das Blut; Kilian, Ueber den Kreislauf des Blutes bei dem Kinde, welches noch nicht geathmet hat. Karlsruhe. 1826.

Baumgärtner, Ueber Nerven und Blut. Freiburg 1830. — Allen Thomson, On the developpement of the vascular system. Edinb. new philos. Journ. 1830. — Knabbe, De circulatione sanguinis in foetu maturo. Bonnae 1834. — Schulz, System der Circulation. Stuttgart 1836. — Burow, Beiträge zur Gefäßlehre des Fötus. Müller's Archiv. 1838. S. 44. — Rathke, Entwicklungsgesch. des Venensystems, Bericht des naturwissenschaftl. Seminars in Königsberg. 1838.

Ueber die Entwicklung der Geschlechtstheile der Urodelen: Rathke, in seinen Beiträgen zur Geschichte der Thierwelt. I. S. 1. — Derselbe, Beobachtungen und Betrachtungen über die Entwicklung der Geschlechtstheile der Wirbelthiere. Beiträge. II. S. 1. — Seiler, Ueber den Descensus der Hoden in Scarpa's Neuen Abhandlungen über die Schenkel- und Muskelfleischbrüche. 1822. S. 365 — 397. — Oesterreicher, Darstellung der Lehre von der Ortsveränderung der Hoden. Leipzig 1830. 4to. — Jacobson, Ueber die Primordialnieren oder die Oken'schen Körper. Kopenhagen 1830. — J. Müller, Ueber die Wolff'schen Körper der Frösche und Kröten. Meckel's Archiv. 1829. S. 65. — Derselbe, Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf 1830. — Rathke, Ueber die Bildung der Samenleiter, Fallopischen Trompeten und der Gärtner'schen Kanäle, der Gebärmutter und Scheide der Wiederkäuer, in Meckel's Archiv. 1832. S. 379. — Derselbe, Untersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtswerkzeuge der Schlangen, Eidechsen, Schildkröten, Krokodile und Säugethiere. Abhandlungen rc. I S. 21. 1832. — Huschke, De Bursae Fabricii origine. Jenae 1838. — Dieffenbach, Quaestiones anat. phys. de corpor. Wolffian. Turici 1836. — Hannuschke, De genitalium evolutione in embryone femineo observat. Vratisl. 1837. — Coste, Sur les corps du Wolff. Ann. des sc. nat. XIII p. 190.

Während auf solche Weise in den letzten 20 — 25 Jahren eine Menge der schönsten Arbeiten ein helles Licht über die Entwicklung des Eies, Embryo's und seiner Organe, sowohl des Menschen als vieler Thiere verbreitete, sehen wir mit Valentin's oben schon erwähntem Handbuche der Entwicklungsgeschichte eine neue Richtung embryologischer Forschungen beginnen. Die Entwicklungsgeschichte war bis dahin nur mit der Entstehungsweise der ganzen thierischen Wesen beschäftigt gewesen und nur bis zur Organogenie vorgedrungen. Valentin führte zuerst die Histiogenie oder die Entwicklung der einfacheren Elementartheile des thierischen Körpers in die Entwicklungsgeschichte ein, welche etwa mit Ausnahme der Drüsen bis dahin noch wenig Aufmerksamkeit erregt hatte. Man kann behaupten, daß die Berücksichtigung dieses Momentes, die eigenthümlichste Leistung Valentin's in jenem seinem ververdienstvollen Werke enthält. Dennoch so vieles Richtige und Lehrreiche dasselbe in dieser Beziehung darbietet, fehlte der leitende und Alles erleuchtende Faden für diese Untersuchungen. Dieser wurde erst durch Schwann's Arbeiten entschieden gewonnen, weßhalb ich von dem Erscheinen seines Werkes: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthume der Pflanzen und Thiere. Berlin 1838. diese neue vorzugsweise auf Histiogenie gerichtete Periode der Entwicklungsgeschichte datire.

Schwann hat viele Vorgänger in dem Bestreben und dem Versuche gehabt, die Entstehung und Bildung der Organismen aus Elementartheilen, den kleinsten und einfachsten, welche unseren Sinnen zugänglich sind, abzuleiten. Diese Versuche hatten ihre Basis größtentheils nur in dem Streben des menschlichen Geistes überhaupt nach dem Einfachen und Ursprünglichen, wie in der Monadenlehre eines Epikur und Leibnitz. Andere waren auf falsche oder

falsch interpretirte Beobachtungen gestützt, wie die Ansicht Oken's von der Entwicklung aller Organismen aus Infusorien, oder J. C. Mayer's Lehre von den Urmonaden und Unthieren, entstanden aus der Beobachtung der Blutkörperchen. Andere endlich waren auf wirklich richtige aber zu isolirt und einseitig gebrauchte Thatsachen gestützt, wie die Theorie von Raspail und Dutrochet. Ruhige und besonnene Forscher konnten sich denselben nicht hingeben, und wenn sie gleich die Zahl solcher Thatsachen vermehrten, wie Valentin, so konnten sie dieselben doch noch nicht unter einen Gesichtspunkt vereinigt erkennen, und nach wie vor herrschte ein störendes und verwirrendes Dunkel über die Art und Weise, wie aus dem formlosen flüssigen Stoffe die bestimmten Gewebe und Organe der thierischen und pflanzlichen Körper hervorgehen.

Die Botaniker machten den Anfang zu einer genügendern Einsicht. Sie kannten schon lange das Bläschen oder die Zelle als die einfachste Grundform der meisten pflanzlichen Gebilde. Aber erst nachdem R. Brown in derselben noch einen besondern Körper, den Zellenkern 1831 entdeckt hatte, gelang es dem Scharfsinne und Talente Schleiden's, die Bildung der Pflanzenzelle als einfachstes Element aller Pflanzengewebe durch Beobachtung darzuthun, und die Gebilde der entwickelten Pflanze aus ihr abzuleiten. Dieser Fortschritt der Pflanzenanatomie und Physiologie faßte aber in Schwann tiefe Wurzel und führte ihn zu dem Unternehmen, ein gleiches Element auch für die Thiere aufzusuchen. Dasselbe wurde durch den Erfolg auf das vollständigste gekrönt. Schwann erwies, daß auch bei den Thieren das Bläschen oder eine Zelle das Element thierischer Gewebe ist, und sein Unternehmen unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem aller seiner Vorgänger, daß es nicht bloß theoretische Entwicklung eines aus einigen Beobachtungen wahrscheinlichen Gedankens, sondern empirische Nachweisung der Realität desselben in und bei fast allen Geweben des thierischen Körpers war.

Sollte es sich nun auch bei der weitern Entwicklung der einmal gewonnenen Wahrheit erweisen, daß die von Schwann fast allein nachgewiesene und angenommene Entwicklungsweise der thierischen Zelle in völliger Analogie der Pflanzenzelle um einen Kern nicht die allein gültige ist; sollte es sich auch finden, daß die von ihm verfolgten Metamorphosen der Zelle zur Darstellung der entwickelten Gewebe noch mancherlei Berichtigungen erfahren, so halte ich es doch eben sosehr für Pflicht, ihm die Ehre der Entdeckung und deren Darlegung ebenso wenig zu schmälern, als sie sich bereits von der größten Wichtigkeit erwiesen hat, und unzweifelhaft immer mehr erweisen wird. Es ist leicht begreiflich, daß sich ihre nächsten Folgen in der Entwicklungsgeschichte entfalten werden und entfaltet haben, obgleich dieselben keinesweges auf diese beschränkt sind.

Bei embryologischen Forschungen kann und konnte die gewonnene Idee von nun an nie mehr aus den Augen gelassen werden, und sie macht daher eine ebenso entschiedene Epoche, wie die Entdeckung der Blätter des Keimes. Die Arbeiten aber, welche mehr oder weniger in diesem Sinne bis jetzt unternommen worden und erschienen sind, sind folgende:

Zunächst hat schon Schwann selbst in dem genannten Werke nicht nur die Entwicklung fast aller Gebilde des thierischen Körpers aus Zellen durch Untersuchungen bei Embryonen zu ermitteln gesucht, sondern auch dem Eie, wenigstens des Vogels und Säugethieres, aus diesem Gesichtspunkte seine angemessene Stelle zu geben versucht. Allein es war unmöglich, und ist deßhalb auch schwerlich gelungen, bei diesem ersten Angriff der Sache sogleich das ganz

Richtige zu treffen und so sehen wir dann alsbald eine Reihe weiterer Arbeiten erscheinen, und dürfen und müssen fortwährend noch solche hoffen, welche die Entwicklung dieses oder jenes Gewebes aus Zellen genauer zu ermitteln suchen. So lieferte zuerst Valentin eine Uebersicht seiner hierhin gehörigen Beobachtungen bei den meisten Geweben in Wagner's Physiologie S. 132., deren erste Abtheilung überhaupt hierhin zu rechnen ist. Ausführlichere Untersuchungen gab derselbe aber noch über die Entwicklung der Follikel im Eierstocke der Säugethiere in Müller's Archiv. 1838. S. 526. und über die Entwicklung des Muskel-, Blutgefäß- und Nervensystemes. Ebendas. 1840. S. 194. — Ueber die Entwicklung der Epithelien aus Zellen schrieb Henle: Ueber Schleim und Eiter in Hufeland's Journal.

Ueber die Entwicklung der Haare Bidder: Bemerkungen über Entstehung, Bau und Leben der Haare in Müller's Archiv. 1840. S. 538. — Henle, Ueber die Entwicklung des Haares in Frorp. N. Not. Nro. 294. Meyer, Desgleichen ebendaselbst Nro. 334. und Simon, Entwicklungsgeschichte der Haare, Müller's Archiv. 1841. S. 361.— Sehr viele und schätzbare Beiträge zu der Entwicklung fast aller Gebilde des thierischen Körpers aus Zellen enthält ferner vorzüglich: Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

Sodann führte Reichert die gewonnene neue Idee schon ausführlich in die ganze Entwicklungsgeschichte ein in seinem Werke: Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840; woselbst die Entwicklung des Frosch- und Vogel-Embryo's in diesem Sinne bearbeitet wurde. Auch Barry's Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung des Säugethiereies in den Philos. Transact. for the year 1838, 39 und 40, obgleich erst zuletzt die Zellentheorie auf ihn einen bewußten, aber leider nicht günstigen Einfluß ausübte, können doch ihrem Materiale nach hierhin theilweise gerechnet werden. Auch in das Kapitel von J. Müller's Physiologie Bd. II. über Zeugung und Entwicklungsgeschichte ging die Zellentheorie über. Es müssen ferner hierhin gerechnet werden: Vogt's, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelfer-Kröte. Solothurn 1842. 4to. — Bagge, Diss. de Evolutione Strong. anosc. et Ascarid. auric. accuminat. Erlangae 1841. — J. C. Mayer, Beiträge zur Anatomie der Entozoen. Bonn 1841.— Bergmann, Die Zerklüftung und Zellenbildung im Froschdotter. Müller's Archiv. 1841. S. 89. und 1842. S. 91.— Reichert, Ueber den Furchungsproceß der Batrachier-Eier. Müller's Archiv 1841. S. 523.— Kölliker, Observationes de prima insectorum Genesi. Diss. Turici 1842. Ferner sind aus diesem Gesichtspunkte auch bearbeitet: Bischoff, Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842. und Derselbe, Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies. Braunschweig 1842. 4to. Endlich erschien auch so eben der 1ste Band von Agassiz Histoire naturelle des poissons d'eau douce, enthaltend die: Embryologie des Salmones par C. Vogt. Neuchatel 1842. 8vo. mit Atlas in Fol.

Als Gegner dieser Richtung, aber leider nicht als fördernder und berichtigender, sondern als absprechender ist so eben aufgetreten Arnold in seiner Physiologie Bd. II Abth. 3. und der sich ihm leider anschließende Baumgärtner: Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Stuttgart 1842.

Die große Zahl der Arbeiten, die wir auf solche Weise in dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte geliefert sehen, der Eifer, mit welchem man sich fortwährend mit ihr beschäftigt, beweisen nun wohl schon hinlänglich, daß man den hohen Werth und die Bedeutung dieses Studiums frühzeitig

erkannt hat. Und in der That ist es nicht schwer denselben zu erkennen, und die Wirkungen dieses Studiums auf unsere Naturerkenntnisse nachzuweisen.

Der letzte Zweck der Entwicklungsgeschichte ist die Erkenntniß, oder wenigstens eine gesicherte Vorstellung von der Entstehungsweise der organischen und im Näheren des thierischen und menschlichen Körpers und der Ursache der unendlich mannichfaltigen von denselben ausgehenden Erscheinungen. Alle die tausend und tausend von Beobachtungen, in welchen wir die Natur in der Hervorbringung und Bildung der Organismen belauschen, sie bezwecken zuletzt nur die Ursache derselben aus ihren Wirkungen kennen zu lernen. Die Erkenntniß dieser Ursache ist aber das letzte Ziel alles menschlichen Strebens. Die Vorstellung, welche wir uns von ihr machen, entscheidet über die Vorstellung von Seele und Körper, von Kraft und Materie, von Gott und der Welt, und also über alle uns irgendwie interessirenden Fragen.

Deßhalb sehen wir denn auch, daß sich mit der Frage nach der Entstehungsweise der Organismen nicht nur die Naturforscher von Fach, sondern die Forscher in fast allen Gebieten menschlichen Wissens beschäftigt haben. Die große Zahl von Zeugungstheorien, von Naturforschern und Aerzten, Philosophen, Theologen und Dichtern aufgestellt, sind Zeugniß davon. Man könnte sagen: jeder fast denkbare Weg zur Lösung der Frage ist von ihnen eingeschlagen worden, aber nicht nur die Fruchtlosigkeit ihrer Versuche, sondern die Natur der Frage sind ein Beweis, daß das Studium der Entwicklungsgeschichte der unmittelbarste Weg dazu ist. Alle Zeugungstheorien sind von ihr widerlegt worden, und es ist der Natur unserer Forschungsmittel nach klar, daß nur die Erkenntniß der unmittelbarsten Wirkungen jener Ursache uns über ihr Wesen Aufklärung schaffen kann.

Damit ist keineswegs gesagt, daß uns die Entwicklungsgeschichte bereits unmittelbar die Lösung der Frage eröffnet. Im Gegentheil die von keiner Speculation geahnete, sich den Erfahrungen täglich mehr eröffnende, unerwartete Mannichfaltigkeit der Entstehungsweisen organischer Wesen, welche erst alle ganz genau gekannt sein müssen, ehe sich das Gemeinsame in ihnen wird ableiten lassen, hat die Aussicht auf eine Lösung noch außerordentlich weit hinausgerückt. Allein es ist schon sehr viel gewonnen, wenn nur immer das Irrige, Mißleitende ausgeschlossen wird, und die Fragen schärfer gestellt werden können, als erste Hoffnung ihrer einstigen Lösung. So hat die erfahrungsmäßige Entwicklungsgeschichte schon einmal über die Theorie der Evolution triumphirt, welche eigentlich nur Negation jeder Zeugung, jede Forschung abschneiden mußte, und auf's Neue sehen wir sie durch die Erkenntniß der Entstehung der Organismen aus Zellen, und die Vermehrungsweise derselben, auch über die sublimste Ausdehnung dieser Evolutionstheorie triumphiren.

Wir dürfen nach dem jetzigen Standpunkte unsers Wissens nicht mehr zweifeln; die Bildung der neuen Keime geht von den bereits vorhandenen Organismen aus, nur stehen sich dabei noch zwei Ansichten gegenüber, zwischen denen es für jetzt unmöglich, mindestens sehr schwer sein möchte, sich zu entscheiden.

Nach der einen nehmen wir an, daß den Organismen eine eigenthümliche, von den übrigen Kräften der Natur ihrem Wesen nach ganz verschiedene Kraft zu Grunde liegt, denen sie ihre Entstehung, ihre Gestaltung und Erhaltung verdanken. Sie combinirt und beherrscht die Materie nach ihren eigenen, von dieser selbst unabhängigen Gesetzen, und ist im Stande, bei der

Zeugung sich zu theilen und in's Unendliche zu vervielfältigen, ohne dabei an ihren wesentlichen Eigenschaften und ihrer Intensität zu verlieren. —

Nach der andern nimmt man an, daß die Kraft, welche sich in einem jeden Organismus offenbart, das Product der Combination seiner Materien ist, daß sie also mit der Materie gegeben ist, und daher ihrem Wesen nach mit den übrigen Kräften der Natur übereinstimmt. Ihr kommt nur die Fähigkeit zu, die Materie wieder so zu combiniren, daß sich aus ihr dieselben Kräfte wieder entfalten, welche sich auch an dem Stammorganismus offenbarten; und dieses geschieht bei der Zeugung wie bei der Ernährung.

Von der ersten Ansicht kann man wohl behaupten, daß sie die fast allgemein verbreitete ist. Sie liegt fast allen unseren Beobachtungen und Reflexionen bewußt oder unbewußt zu Grunde und darin möchte vorzüglich die Unmöglichkeit liegen, sich von ihr frei zu machen. Sie ist begründet in der Zweckmäßigkeit der Combination der einzelnen Theile der Organismen zum Bestehen des Ganzen und zur Erreichung gewisser Zwecke, so wie andererseits in der Unabhängigkeit des Ganzen in seinen wesentlichen Eigenschaften von wenigstens einzelnen seiner Theile, was unmöglich scheint, wenn dasselbe eben nur das Product der Combination dieser Theile ist. Sie hat ihre Schwierigkeit in der gänzlichen Verschiedenheit, in welcher nach ihr die organische Natur von den unorganischen erscheint, nach welcher für beide unmöglich dieselben Principien der Forschung gelten könnten, während wir doch andererseits tausendfach sehen, daß dieselben Gesetze, welche in der unorganischen Natur herrschen, auch bei der organischen ihre volle Anwendung finden. Auch kommt noch speciell für die Zeugung hinzu, daß es unmöglich scheint, sich eine selbst individuell beschränkte Kraft zu denken, die sich theilen und selbst bis in's Unendliche vervielfältigen könnte, ohne irgend an Intensität oder Extensität zu verlieren.

Von der zweiten Ansicht, nach welcher die Betrachtung und Erforschungsweise der organischen Natur ganz mit der der unorganischen übereinstimmend sein würde, nimmt man gewöhnlich an, daß sie zwar wohl für die niederen organischen Wesen, Pflanzen und Thiere geltend sein könne. Bei den höheren aber scheint es so unmöglich, das Ganze nur als das Product seiner Molecüle zu betrachten, vielmehr erscheinen diese so sehr von dem der Idee des Ganzen vorschwebenden Zwecke abhängig, daß man auf sie jene zweite Ansicht für unanwendbar hält. In der That fehlen auch noch so viele Mittelglieder, wir sind noch so weit von einer Kenntniß der Kräfte und deren Gesetze der organischen Molecüle entfernt, daß der Versuch einer Anwendung dieser zweiten Ansicht zur Erklärung der von den höheren Organismen ausgehenden Erscheinungen unmöglich ist. Diese Erscheinungen sind an und für sich noch so unbekannt und so zahlreich, daß sie für erst auch nur noch an und für sich studirt werden müssen, während ihre endliche Erklärung und der Aufschluß über ihren Zusammenhang wohl nur aus dieser zweiten Ansicht zu erwarten ist, da die erstere auf eine solche Erklärung und einen solchen Aufschluß von vorne herein verzichtet.

Es würde hier nicht der Ort sein, auf diese Fragen weiter einzugehen. Ich habe nur zeigen wollen, in wie engem Zusammenhange sie mit der Entwicklungsgeschichte stehen, und eine wie wichtige Rolle diese daher unter den verschiedenen Zweigen menschlicher Erkenntniß spielt.

Sehr wesentlich ist ferner der Einfluß der Entwicklungsgeschichte auf die Anatomie und Physiologie, als Lehre von dem Baue, besonders dem feineren, und den Lebensäußerungen des thierischen und des menschli-

chen Körpers. So ist es z. B. schon seit alten Zeiten vorzüglich die Bildungsweise der Knochen, der Zähne, des Herzens &c. gewesen, welche man mit dem wesentlichsten Erfolge für die Erkennung der Structur und Textur derselben studirt hat. Die Erkenntniß der Bildungsweise der Drüsen, müssen wir als einen der wichtigsten und wesentlichsten Beiträge zu der Erkenntniß ihres Baues betrachten. Das in seiner entscheidenden Wichtigkeit wohl verstandene Streben unserer Zeit, den feinsten Bau der Elementartheile der organischen Körper kennen zu lernen, entfaltet mit Recht den größten Theil seiner Thätigkeit bei dem Embryo, um aus dem Werdenden das Gewordene zu erkennen. Die so für den Bau der organischen Körper gewonnenen Erkenntnisse müssen schon an und für sich für die Erklärung der von ihnen und von ihren Organen vollzogenen Erscheinungen von größtem Einflusse sein. Niemand wird in Abrede stellen können, mit welchem großen und glücklichen Erfolge für die philosophische und physiologische Einsicht des ganzen Baues des thierischen Körpers, z. B v. Bär die Entwicklungsweise desselben benutzt und uns den genetischen, also auch gewiß physiologisch wichtigen Zusammenhang gewisser Organe und organischen Systeme aus ihrer Entwicklung dargelegt hat. Die unstreitig wichtigste Entdeckung unserer Zeit, die Erkenntniß der Art und Weise der einfachsten Gestaltung und Festwerdung der organischen Materie in der Form eines Bläschens oder einer Zelle, verdanken wir der Entwicklungsgeschichte und von ihr haben wir die fernere Ausbildung dieser Entdeckung zu erwarten. Endlich hat man von je die eigenthümlichen Lebensverhältnisse der Embryonen, besonders der Säugethiere, ihr Entzogensein von gewissen Einflüssen und Agentien, denen das geborene Thier fortwährend ausgesetzt ist und ausgesetzt sein muß, benutzt, um eben die Wichtigkeit und den Einfluß dieser Agentien auf den thierischen Körper zu studiren. Eine neue Aufnahme dieser Beziehung des Embryonallebens zu dem des Erwachsenen, nach den bereits gewonnenen und noch täglich fortschreitenden Erkenntnissen der Natur und Wirkungsweise jener Agentien im Allgemeinen, wird unzweifelhaft auch noch weitere Aufschlüsse über ihre Beziehung zu dem Geborenen herbeiführen.

Nächst diesem können wir ferner die wichtige und nahe Beziehung der Entwicklungsgeschichte zur vergleichenden Anatomie und Zoologie nicht übersehen. Es war, wie ich bereits oben erwähnte, in der zweiten Hälfte der von mir angenommenen zweiten, und fortschreitend auch in der dritten Periode eine richtig erkannte und verfolgte Idee, daß der Embryo der höheren Thiere Bildungsformen durchlaufe, welche auf niedrigeren Stufen das geborene Thier bleibend zeigt. Zwar wurde diese Idee eine Zeitlang, und irrthümlich wohl zuweilen auch noch jetzt, fälschlich so aufgefaßt, als sei der Embryo höherer Thiere auf gewissen Stufen seiner Entwicklung wirklich einem niedrigeren Thiere gleich zu setzen. Indessen ergaben die weiteren Forschungen selbst bald, daß diese Ansicht einseitig und unwahr sei, dagegen führten sie zu der Erkenntniß, daß der Körperbildung, wenigstens der Wirbelthiere, ein sogenannt gemeinsamer Plan zu Grunde liege, d. h. daß bei den verschiedenen Wirbelthierformen eine gewisse Summe von Theilen und Organen immer vorkommt und sich immer findet, welche zwar in ihren entwickelten Formen sehr verschieden sein können, in ihren ersten Anfängen aber eine sehr große Uebereinstimmung darbieten, so daß daher die Organe der verschiedenen entwickelten Thiere, zwar wohl verschiedene Entwicklungsstufen der allgemeinen Idee dieser Organe bezeichnen, ohne daß daraus folgt, daß die Embryonen aller höheren Thiere, alle niedrigeren

Formen der Entwicklung dieser Idee durchlaufen müssen. Daß sich aber aus dieser Erkenntniß eine bedeutende Förderung der vergleichenden Anatomie ergeben mußte, ist leicht zu erkennen, und hat die Erfahrung hinreichend erwiesen; so wie andererseits allerdings die vergleichende Anatomie eine wesentliche Stütze für die Entwicklungsgeschichte wurde. Die Zoologie aber wird immer mehr inne, daß die vergleichende Anatomie ihre Hauptbasis sei und daß es gerade die aus der Entwicklungsgeschichte hervorgegangenen und auf die vergleichende Anatomie übertragenen Ideen sind, welche bei der Stellung eines Thieres in dem Systeme zur Frage kommen, und entscheidend sind. Auch zeigt es sich immer mehr, wie nothwendig es ist, die verschiedenen Entwicklungsstufen desselben Thieres zu kennen, um dieselben nicht für verschiedene Thiere zu halten. Bei den Insecten ist dieses eine alte Erfahrung, allein wir lernen täglich, daß sie auch bei anderen wirbellosen Thieren eine weit größere Ausdehnung hat, als man vermuthen sollte, und es mag genügen, hier an die Cirrhipeden und vor allen die Entozoen zu erinnern, von welchen letzteren mir noch gar nicht abzusehen scheint, wie sehr sich die ganze Lehre von ihnen verändern wird, wenn man, wie jetzt geschieht, ihre Entwicklungsformen und Metamorphosen zu verfolgen fortfährt.

Aber selbst für die praktische Medicin hat sich die Entwicklungsgeschichte schon unmittelbar als erfolgreich erwiesen, rücksichtlich der Heilung und Beseitigung angeborener Bildungsfehler. Je mehr die Chirurgie auf wissenschaftlicher Basis das Gebiet ihrer Thätigkeit in unseren Tagen auszubreiten sucht, um so mehr wird sie auch die Entwicklungsgeschichte benutzen, um über die Natur und Entstehungsweise der angeborenen Bildungsfehler Aufschluß zu erhalten, um so mehr und um so sicherere Indicationen wird sie zur Entscheidung über die Heilbarkeit und die Anwendung des Heilverfahrens durch operative Eingriffe gewinnen können. Einen der erfreulichsten Beweise, wie weit sich dieser Einfluß zu erstrecken vermöge, und für wie wichtig man denselben bereits erachtet, giebt das ausgezeichnete Werk von v. Ammon: Die angeborenen chirurgischen Krankheiten des Menschen, in Abbildungen dargestellt und durch erläuternden Text erklärt. Berlin 1840—42. Fol.

Diese Richtung des Einflusses der Entwicklungsgeschichte führt mich nun aber zur nähern Besprechung des zweiten Theiles dieses Artikels, nämlich zu den

Mißbildungen.

Es ist schwer, eine richtige, nicht zu enge und nicht zu weite Definition einer Mißbildung zu geben. Benutzen wir indessen die lateinische Bezeichnung: »Vitium primae conformationis«, so können wir daraus folgende Umschreibung entnehmen, welche den aufzustellenden Anforderungen am meisten Genüge leistet.

Eine Mißbildung ist dann diejenige Formabweichung eines Organismus oder eines Organes, die mit der ersten Entstehung und Entwicklungsweise desselben so genau verwebt ist, daß sie sich nur in der frühsten Periode des Embryolebens, oder wenigstens vor Ablauf seiner vollendeten Entwicklung ereignen kann. (Meckel, Path. Anat. I S. 6.)

Auch hierbei kommt es freilich noch sehr auf den Grad der Formabweichung an. Da es kein wirkliches Ideal eines Organismus oder Organes giebt, so werden unbedeutendere Formabweichungen, die weder sehr auffal-

len, noch Functionsstörungen veranlassen, kaum Mißbildungen genannt werden können. Auch wenn sie auffallender sind, hat man noch mehre Unterschiede gemacht, und Mißbildung und Bildungsfehler, Varietät, Naturspiel (Lusus naturae) den geringsten Grad der Abweichung; Verunstaltung, Deformitates, Turpitudines, einen höhern, und Mißgeburt, Monstrum, Monstrositas den höchsten genannt; ohne daß sich hier genaue Grenzen ziehen ließen.

Von allen diesen Worten scheint mir das »Mißbildung« für den allgemeinen Gebrauch am zweckmäßigsten, weil es alle Arten und Grade angeborener Formabzeichnung umfaßt, der Sprachgebrauch es auch schon größtentheils für die angeborenen festgesetzt hat, welcher dagegen dem Worte Mißgeburt oder Monstrosität schon eine Nebenbedeutung eines höhern Grades von Abweichung ertheilt hat.

Rücksichtlich des Wortes Monstrum ist zu erwähnen, daß dasselbe alten Ursprunges ist, und nach Cicero's De divinatione. Lib. I. eigener Ableitung von monstrare herstammt: „Monstra, ostenta, portenta prodigia appellantur, quoniam monstrant, ostendunt, portendunt et praedicunt. Auch Isidorus von Sevilla sagt in seinem Werke De Etymologiis. Lib. II.: „Quae aliquid futurum monstrando homines monent". In der That sehen wir auch den traurigen Glauben, daß die Mißbildungen eine üble Vorbedeutung hätten, früher so allgemein und tief verbreitet, daß selbst Luther sich nicht davon frei machen konnte. Denn er sagt im 19ten Bande seiner in Halle erschienenen Schriften S. 2416. bei Gelegenheit einer Kalbsmißgeburt: »Es ist gewiß, daß Gott durch solche Wunderthaten ein großes Unglück und eine bevorstehende Veränderung, welche auch Deutschland sicherlich erwarten kann, andeutet; ich wünsche und hoffe nur, daß es der jüngste Tag sein möge.« Später, als dieser Aberglaube verschwand, hat man das Wort mehr in passivem Sinne aufgefaßt: Monstra, quia monstrata sunt, weil sie bemerkenswerth sind, und verdienen, daß man auf sie, wie auf alles Seltene und Ungewöhnliche, aufmerksam macht. (Geoff. St. Hilaire, Histoire des anomalies I. p. 40.)

Es ist wohl nicht sehr zu verwundern, daß die Mißbildungen, vorzüglich des Menschen und der Haussäugethiere, die Aufmerksamkeit auf sich zogen. Die durch sie öfters hervorgebrachten Formen sind in der That oft so auffallend und wirklich abschreckend, daß wir uns nicht wundern dürfen, wie sie von je Gegenstände der Neugierde und des Schreckens gewesen sind. Zu ihnen gesellte sich bald die Sucht nach dem Wunderbaren, der Aberglaube, und die durch solche Seelenzustände aufgeregte Phantasie. Durch das ganze Alterthum und Mittelalter hindurchgehend, finden wir daher nicht nur die abenteuerlichsten Ansichten über die Ursachen, das Zustandekommen und in der Erklärung dieser Mißbildungen, sondern mit dem Wirklichen noch nicht zufrieden, sehen wir dieses mit den fabelhaftesten Erdichtungen durch einander gemengt. Ganze Arten organischer Wesen wurden auf diese Weise geschaffen, und die Sagen von Centauren, Satyren, Sirenen ꝛc. verdanken gewiß zum Theil den phantastischen Uebertreibungen mißgebildeter Menschengestalten ihren Ursprung. Später gab es Meermönche, Meerteufel, Meerbischöfe, Menschen gebaren Thiere, und Thiere menschenähnliche Bildungen; so daß man in der That bis zum 18ten Jahrhundert in dem von Mißbildungen Ueberlieferten vergeblich Momente zu einer wissenschaftlichen Beurtheilung derselben, und selbst nur einfache Beschreibungen solcher sucht. Im 18ten Jahrhundert hatte die Anatomie und auch die Embryologie in der That schon Fortschritte genug gemacht, daß wenigstens richtigere und unent-

stelltere Angaben und' Beschreibungen von Mißbildungen gegeben werden konnten, wenn gleich in der größern erstern Hälfte jenes Jahrhunderts immer nur noch das Auffallende, Unbegreifliche und Unbegriffene, nicht aber irgend ein wissenschaftliches Moment, die Triebfeder zu solchen anatomischen Untersuchungen und Beschreibungen abgab, und es daher bei diesen noch selten und mehr Zufall ist, wenn und daß sie als Stützen irgend welcher wissenschaftlicher Deductionen benutzt werden können.

In den letzten Jahrzehenden des vorigen Jahrhunderts nahm indessen die Untersuchung der Mißbildungen einen andern Charakter an, obgleich es nicht zu verwundern ist, daß sich auch in ihr noch fortwährend der Zustand physiologischen und philosophischen Wissens des Zeitalters spiegelt. Zu dieser bessern Richtung gab aber vorzüglich zweierlei Veranlassung. Erstens nämlich Haller's Abhandlung De Monstris in seinen Opp. minorib. T. III p. 3. insofern die hier zum erstenmale erfolgende Zusammenstellung aller bisherigen zerstreuten und vereinzelten Beobachtungen auch zum erstenmale deutlicher das Bewußtsein und die Erkenntniß erweckte, daß auch in diesen abweichenden Gestaltungen thierischer und des menschlichen Körpers ein Zusammenhang, eine Wiederkehr, ein Gesetz, und keine regellose Willkür und Zufall herrsche. Zweitens hatte aber auch die Entwicklungsgeschichte und der durch C. F. Wolff und Blumenbach errungene Sieg der Epigenese über die Evolution solche Fortschritte gemacht, daß jetzt zum erstenmale sich eben aus der Entwicklungsgeschichte ein Licht zur Erklärung der Mißbildungen entwickelte, vor welchem allmälig die Finsterniß, welche sie bisher befangen hielt, weichen mußte. Seit C. F. Wolff zuerst den Gedanken aussprach, daß solche Mißbildungen Formen der embryonalen Entwicklung darstellen können, seit dann in unserm Jahrhundert Tiedemann und vor Allen J. F. Meckel diesen Gedanken mit dem größten Erfolge zur Erklärung der verschiedensten Formen der Mißbildungen anwendeten, ist in die Bearbeitung dieser Lehre ein ganz anderer Geist gekommen. So viele Schwierigkeiten sich auch noch fortwährend für sie fanden und noch finden, so ist diese Lehre doch nun in die Reihe aller übrigen naturwissenschaftliche Disciplien getreten. Sie gewinnt durch die Anwendung aller übrigen auf sie, und übt selbst wieder den wohlthätigsten und förderndsten Einfluß aus, und vor Allem ist ihre Verbindung mit der Entwicklungsgeschichte selbst eine der innigsten und unauflöslichsten geworden. Doch werde ich später noch bessere Gelegenheit haben, den Einfluß des Studiums der Mißbildungen auf die Entwicklungsgeschichte, Physiologie, Psychologie und Pathologie noch genauer zu beleuchten, nachdem wir sie selbst erst noch von mannichfaltigeren Seiten kennen gelernt haben.

Zu diesem Zwecke will ich nun zuerst zur Untersuchung der Ursachen und Veranlassungen zu Mißbildungen übergehen; hierauf die Versuche einer Classification und Eintheilung derselben behandeln, und nach der am zweckmäßigsten erscheinenden eine Uebersicht der Hauptformen der Mißbildungen und ihrer wahrscheinlichsten Entstehungsweise geben. Endlich will ich zum Schlusse auf den Einfluß des Studiums der Mißbildungen im Allgemeinen und auf andere Disciplien aufmerksam machen. —

Die Untersuchung der Ursachen, welchen wir die Entstehung der Mißbildungen zuzuschreiben haben, ist eine Frage, welche mit Recht die Layen und Gelehrten seit den Zeiten beschäftigt hat, seit man Mißbildungen kennt. Mit dem Ausspruche, daß sie Ausnahmen, Naturspiele seien, wenn er gleich auch jetzt noch in einzelnen Fällen unsere letzte Zuflucht

ist, haben sich natürlich alle Diejenigen, welche wissen, daß die Natur nicht nach Launen und Einfällen verfährt, nicht beruhigen können. Auch die abergläubische Meinung, daß sie Manifestationen der erzürnten Gottheit, Wirkungen der Dämonen seien, zur Strafe und Warnung der Menschen, welcher diese unglücklichen Geschöpfe bei Griechen und Römern und bis in die neuere Zeit, wenn sie auch lebensfähig waren, zum Opfer fielen, hat zum Glück der religiösen und wissenschaftlichen Aufklärung weichen müssen, so wie sie ebenfalls gar keinen Aufschluß über ihr zu Stande Kommen gab.

Die Ansichten, welche man außerdem über die Genesis der Mißbildungen aufgestellt hat, können wir in zwei größere Classen bringen.

Nach der einen nahm man an, daß die Ursache der Mißbildung in einer ursprünglichen Mißbildung der Keime liege.

Nach der andern glaubte man, daß sie durch irgend welche, den Keim während seiner Entwicklung treffende Einflüsse bewerkstelligt würden.

Es ist leicht ersichtlich, daß sich die erste Hypothese ganz nach der Vorstellung richten mußte und noch richtet, welche man von dem Ursprung der Keime überhaupt hegt. Im Ganzen waren es vorzüglich die Anhänger der Evolutionstheorie, welche nach ihr und aus ihr auch die Mißbildungen zu erklären suchten, und dieselben andererseits auch wiederum für eine nicht geringe Stütze eben dieser Theorie hielten. Die Ovisten und Anhänger der Einschachtelungs-Theorie glaubten demnach, daß diese Mißbildungen schon von Uranfang an in den weiblichen Eiern vorgebildet und eingeschlossen seien; oder wenn sie auch nicht die uranfängliche Bildung annahmen, so glaubten sie doch, daß eben bei der Bildung der Eier im Eierstocke und der in ihnen eingeschlossenen Embryonen die fehlerhafte Bildung begründet werde. Die Spermatiker dagegen, welche in den sogenannten Samenthierchen die Embryonen sahen, suchten in deren Bildung oder Schicksalen bei der Befruchtung die Ursache der Mißbildungen. So glaubte z. B. Andry, daß bei dem Gedränge und Eifer dieser kleinen Embryonen, an den Ort ihrer Entwicklung, in das Ei, zu gelangen, es leicht geschehen könne, daß dieses zarte Gebilde Schaden nehme, die Glieder verrenke oder breche rc. und so die Mißbildungen entständen.

Es ist nun zwar nicht mehr nöthig, diese Form der Evolutionstheorie irgend wie zu bekämpfen, und gerade in der erwiesenen Unrichtigkeit ihrer Anwendung auf die Erklärung der Mehrzahl der Mißbildungen, die offenbar und gewiß erst während der Entwicklung des Keimes begründet werden, hat man eine starke Waffe gegen sie selbst gefunden. In einer andern Form indessen ließen sich noch immer bis jetzt wenigstens negative Gründe für eine Mißbildung der Keime auffinden, nämlich in der, daß zwar weder das Ei den Embryo eingeschlossen enthält, noch das Samenthierchen der Embryo ist, dennoch aber schon in der Beschaffenheit des Eies und des Samens der Grund für die Mißbildung liegt. Hierfür konnte man nämlich mit gutem Grunde vorzüglich die öftere Wiederholung derselben Mißbildung bei denselben Eltern und die Erblichkeit derselben anführen. Wenn eine Frau mit demselben Manne oder gar mit verschiedenen Männern, oder derselbe Mann mit verschiedenen Frauen dieselbe Mißbildung erzeugt; wenn eine solche durch mehre Generationen entweder bei allen, oder ganz bestimmten Gliedern einer und derselben Familie hindurchgeht, so ist es doch im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß hierbei immer derselbe zufällige Umstand bei der Entwicklung des Embryo's soll eingewirkt haben; und

wenn dieses etwa noch bei der Mutter durch eine besondere und bleibende Configuration der Genitalien dankbar wäre, bei der offenbaren Ursache der Mißbildung auf Seiten des Vaters gar nicht denkbar, dagegen mehr als wahrscheinlich, daß in der Bildung des Eies und des Samens die Ursache zu suchen ist. Hierzu haben wir in diesem Falle, wie mir scheint nicht nur negative Gründe, weil wir nämlich keine anderen kennen, sondern die positive Wahrscheinlichkeit spricht dafür.

Es giebt aber auch manche Arten von Mißbildungen, welche mehr nur auf negative Weise dasselbe darthun, vorzüglich nämlich der Situs inversus und mehre Doppelbildungen, wo, wie wir noch weiter sehen werden, weder eine Verschmelzung zweier Keime, noch eine Spaltung eines einfachen während der Entwicklung mit irgend einer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist; weit mehr dagegen eine primitiv abweichende Gestalt oder Gestaltung der Zeugungsmaterien annehmbar erscheint.

Zur weitern Begründung dieser Ansicht muß das forschreitende Studium der Zeugungsmaterien weitere Thatsachen an die Hand geben, und hat sie, wie ich glaube, gegeben. Ich glaube zwar nicht, daß man hierhin die Erfahrung eines doppelten Dotters in einem Eie, ein sogenanntes Ovum in ovo, rechnen kann. Denn so viel ich weiß, hat man eine solche Beobachtung bis jetzt nur bei Vögeln gemacht, und nur an gelegten Eiern. Diese sind aber schon in ihrer Entwicklung begriffen und nicht im primären Zustande. Diese Fälle sind offenbar meist so zu erklären, daß sich zwei Dotter vom Eierstocke losgelös't haben, die während ihres Durchganges durch den Eileiter von einem Eiweiß, oder wenigstens von einer Schalenhaut und Schale umgeben wurden. Von zwei Dottern in einer Dotterhaut aber z. B. im Eierstocke, ist mir bis jetzt keine einzige Erfahrung bekannt geworden. Eine aus einem solchen doppelten Dotter in einem Eie etwa hervorgehende Doppelbildung könnte daher auch nicht für eine, in der ursprünglichen Bildung des Keimes begründete, erachtet werden.

Ich glaube aber, daß ich zuerst so glücklich gewesen bin, bei Säugethieren und selbst beim Menschen solche primitive Abweichungen in der Bildung des Eies aufzufinden, von welchen hier die Rede sein könnte. In der Versammlung der Naturforscher in Mainz 1842 habe ich mehre Beobachtungen mißgebildeter Eierstockeier, und anderer diesen sehr ähnlicher befruchteter aus dem Eileiter, und aus der ersten Zeit im Uterus vom Hunde mitgetheilt, welche ich auch noch anderweitig genauer beschreiben und bildlich darstellen werde. In meiner Entwicklungsgeschichte des Kaninchenеies, Braunschweig 1842, habe ich ebenfalls bereits ungewöhnliche Formen des Dotters des Schweines Fig. 8 und 9; und in Fig. 6 ein menschliches Eierstockei abgebildet, in welchem sich neben dem Hauptdotter noch fünf kleinere Nebendottermassen in einer Zona eingeschlossen fanden.

Ich will auf diese Beobachtungen in Betreff der Erklärung der Mißbildungen noch kein großes Gewicht legen. Allein sie sind ein Anfang zum factischen Belege mißgebildeter unbefruchteter primitiver Eier, für den sich theoretisch auch die größte Wahrscheinlichkeit findet. Chaussier und Adelon [1]) sagten: das Ei ist ein lebender Theil des lebenden Körpers, warum sollte es nicht ebenso gut erkranken können, wie jeder andere Theil? Es ist ein selbstgebildeter Theil, warum sollte in der Ursache, welche es gebildet hat, nicht ebenso gut eine Modification stattfinden können, wie in jeder andern Secretion?

Was aber für das Ei gilt, das gilt auch für den Samen, und muß für ihn gelten, da er offenbar auch die Ursache gewisser Eigenschaften, so

[1]) Dictionnaire des sc. med. Art. Monstruosité p. 248

wie Mißbildungen des Fötus ist. Zwar sind wir hier noch weiter vom Ziel, da wir nur auf eine noch unbekannte chemische, oder noch unbekanntere sogenannt dynamische Qualität des Samens uns beziehen müssen. Denn ich halte es nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse für unmöglich, die sogenannten Samenthiere (besser nach Duvernoy: Spermatozoiden) für den Embryo oder auch nur das Befruchtende des Samens zu halten [1]), so daß also auch etwa aufzufindende Mißbildungen von Samenfaden, wie sie nach R. Wagner's Entdeckung von solchen bei Bastarden möglich wären, hier keinen weitern Aufschluß geben würden.

Ich glaube demnach, daß zwar nicht nach Annahme der Evolutionstheorie eine primitive Mißbildung des Embryo, wohl aber eine primitive Anomalie der Zeugungsmaterien, des Samens und des Eies, Ursachen gewisser Formen von Mißbildungen sind und sein können.

Nach der zweiten der oben erwähnten Theorien über die Mißbildungen nimmt man an, daß zwar deren Keime, oder auch die beiderseitigen Zeugungsmaterien normal seien, der Keim aber während seiner Entwicklung Einflüsse erfahren habe, denen seine Mißbildung zuzuschreiben sei. Diese Theorie zerfällt je nach den die Störung veranlassenden Ursachen wieder in mehre andere.

Eine der ältesten derselben ist die, welche die Ursache der Mißbildungen dem sogenannten Versehen, oder dem Einflusse von Gemüthsbewegungen und phantastischen Aufregungen der Mutter zuschreibt. Man glaubt danach, daß der sich bildende Fötus Gestalten und Bildungen annehmen könne, welche den Objecten der Gemüthserregung der Mutter gleich oder ähnlich seien. Alle Schriften fast, welche der Mißbildungen Erwähnung thun, sind voll von Angaben dieser Art, und dieselben werden oft durch die zuverlässigsten Zeugnisse verbürgt. Schon Hippocrates vertheidigte eine Prinzessin, welche in den Verdacht des Ehebruches gekommen war, weil sie ein schwarzes Kind gebar, dadurch, daß zu den Füßen ihres Bettes das Bild eines Negers gehangen habe; und Jacob gelang es bekanntlich auf diese Weise seine eigennützigen Zwecke bei der Theilung der Schaafe mit seinem Schwiegervater Laban zu erreichen. Später scheint es, daß vorzüglich der unglückliche und verderbliche Wahn, die Mißbildungen seien Wirkungen des göttlichen Zornes oder dämonischer und sodomitischer Abstammung, den Glauben an das Versehen vorzüglich bestärkt hat. Die unglücklichen Mütter solcher Mißbildungen waren natürlich gerne bereit, den auf sie fallenden schrecklichen Verdacht, und die ihm so oft folgenden grausamen Strafen dadurch von sich abzuwenden, daß sie die Annahme des Versehens so sehr als möglich unterstützten. So wurde sie denn die allgemein verbreitetste und der Phantasie wurde es nicht schwer, für die Formen der Mißbildungen äußere Objecte als Ursachen aufzufinden.

Erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts und in dem unsrigen fing man an, die Frage wissenschaftlich zu untersuchen, die in ihr liegenden verschiedenen Elemente von einander zu trennen, und wurde dadurch dahin geführt, daß wir vor 10—15 Jahren fast keinen Schriftsteller, der über Mißbildungen geschrieben hat, mehr an das Versehen in dem Sinne des Wortes glauben finden, daß der Fötus durch phantastische Aufregung der Mutter Bildungen annehmen könne, die den Objecten jener Gemüthserregung ähnlich und gleich seien. Indessen blieb doch noch immer eine gewisse Zahl von Anhängern dieser Lehre, gestützt, wie sie glaubten, auf unverwerf-

[1]) Siehe meine Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies S. 29.

liche Thatsachen, übrig, und es ist nicht zu leugnen, daß sich die Zahl derselben in der letzten Zeit eher vermehrt als vermindert hat. Wir können uns daher einer nähern Prüfung dieses Punktes nicht überheben, da er nicht als eine abgemachte Sache betrachtet werden kann.

Meckel hat mit Recht zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß in der Frage nach dem Versehen, wie sie gewöhnlich aufgestellt wird, meistens zwei wesentlich verschiedene eingeschlossen sind; nämlich erstens die: Können Affecte der Mutter auf die Entwicklung des neuen Organismus einen Einfluß haben? und zweitens die: Können Affecte der Mutter, die durch einen bestimmten Gegenstand veranlaßt werden, die Bildung des neuen Organismus dergestalt verändern, daß derselbe jenem Gegenstande gleich oder ähnlich wird?

Wenn nun gleich die Erfahrung oft zeigt, daß sich der Fötus sehr selbstständig, sowohl von den körperlichen als psychischen Zuständen der Mutter entwickeln kann, und demnach durchaus keine nothwendige Beziehung zwischen beiden sich vorfindet; so haben doch anderer Seits tausende von Fällen die Abhängigkeit der Entwicklung der Frucht von den körperlichen und psychischen Zuständen der Mutter so entschieden nachgewiesen, daß die erste Frage nur ganz unbedingt bejahend beantwortet werden kann. Wir wissen nur zu gut, welchen bedeutenden Einfluß die psychischen Zustände der Mutter auf den Fötus ausüben können, als daß wir nicht willig zugeben würden, daß dieselben auch auf die Art seiner Entwicklung einwirken könnten. Es ist daher in vielen Fällen gewiß wirklich wahr gewesen, und ereignet sich noch, daß ein heftiger Schrecken oder Gemüthsbewegung der Mutter eine Mißbildung veranlaßt haben, ohne daß indessen die Form derselben dem Gegenstande jenes Schreckens entspräche. Wir sehen aber, wie sich hieraus unter Beihülfe der Phantasie, die Aehnlichkeiten schafft, wo keine sind, viele Angaben erklären lassen. Allein auch noch für diese Aehnlichkeit sind wir im Stande, nähere Erklärungen und Aufschlüsse zu geben.

Wir werden weiter unten noch sehen, wie eine sehr große Anzahl von Mißbildungen darin ihre Erklärung finden, daß die Entwicklung eines oder mehrer Organe auf einer gewissen Stufe aufgehalten, gestört wurde, und sich daraus abweichende Formen entwickelten, die entweder jener, auf welcher das Organ bei der eingetretenen Störung stand, ähnlich sind, oder doch wenigstens aus denselben erklärt werden können. Ja, wir werden sehen, wie und aus welchem Grunde diese Formen sogar gewisse thierähnliche Bildungen zeigen können; und so ist es denn erklärlich, wie Furcht und Schrecken, deprimirende, schwächende Einflüsse, Störungen und Hemmungen in der Ausbildung der Frucht hervorbringen können, welche zufällig und einzelne male selbst eine gewisse Aehnlichkeit mit den Objecten des Affectes haben können.

Es muß zweitens, ehe wir zur eigentlichen Beantwortung der Frage übergehen, bemerkt werden, daß in den meisten Fällen die herausgefundene Aehnlichkeit der Mißbildung mit den angegebenen Gegenständen des Versehens eine sehr gezwungene und phantastische ist und war, und daß, wo der Naturforscher ganz deutlich bestimmte in der Entwicklung begründete, oder durch bekannte pathologische Processe herbeigeführte Bildungen sieht, die Unwissenheit und das Vorurtheil die abenteuerlichsten Aehnlichkeiten erblickt, und so Katzen- und Kröten-Köpfe, Hasenscharten und Wolfsrachen &c., Erdbeeren und Brombeeren, Flammen und Kreuze &c. erkennt. Sömmering sagt in seiner Beschreibung und Abbildung einiger Mißgeburten S. 28. „Ich habe Gelegenheit gehabt, die berühmtesten Mißgeburten, welche man

als Wirkungen der Einbildungskraft vorzeigte, zu sehen. Ich fand aber bei der Untersuchung derselben nicht die entfernteste Aehnlichkeit zwischen dem Dinge, woran sich die Mutter versehen haben sollte, und der Mißgestalt solcher Kinder« ꝛc.

Die Gründe nun, welche man gegen die Erklärung der Entstehung gewisser Mißbildungen durch Affecte der Mutter veranlaßt durch diesen Mißbildungen ähnliche Gegenstände aufwerfen muß, sind folgende:

1. Wir kennen keine directe Verbindung der Mutter mit dem Fötus, weder durch Blutgefäße noch durch Nerven. Ich habe zwar eben zugegeben, daß Affecte der Mutter überhaupt wohl einen Einfluß auf die Entwicklung des Fötus ausüben. Allein dazu ist auch keine directe Verbindung zwischen Mutter und Kind erforderlich. Die Blutmischung und Zufuhr des mütterlichen Blutes, das Verhalten des Uterus, abhängig von der Lebens- und Gemüthsstimmung der Mutter überhaupt, können und müssen auf das Ei und den Fötus einwirken, ohne eine solche directe Verbindung. Eine solche specielle Beziehung der Mutter zum Fötus aber, wie sie erfordert werden muß, um ein bestimmtes Object, welches das Gemüth und die Phantasie der Mutter erregt hat, in einer bestimmten Bildung des Fötus wiederzugeben, würde nach allen Analogien auch eine directe Verbindung der Mutter mit dem Fötus, und zwar durch Nerven, voraussetzen. Der Naturforscher kann keine solche Wirkungen der von dem Gehirne entwickelten Thätigkeiten in distans zugeben, so oft religiöse und phantastische Schwärmerei dieselbe auch empfunden haben wollen. Wird eine solche Wirkung der Gehirnthätigkeiten der Mutter auf den Fötus jemals mit Sicherheit nachgewiesen werden, so werden wir es begreiflicher finden, wie diese durch den Austausch des Blutes, obgleich er kein directer ist, vermittelt wird, als eine Wirkung in distans zugeben. Alle hier gezogenen Parallelen und angeführten Analogien, die Aehnlichkeit der Eltern mit dem Kinde in körperlicher und psychischer Beziehung, die Wirkung der Gehirnthätigkeiten auf die Organe des Körpers, sind schief und unpassend, und den Magnetismus und dgl. in's Spiel ziehen, hieße nur eine dunkle Sache durch eine noch dunklere erklären wollen. Wir sind genöthigt, unsere Beweise und Erklärungen von dem zu entnehmen, was wir wissen und erkennen, nicht von dem, was wir für möglich halten könnten. Man suche die Natur und Wirkungen der Gehirnthätigkeiten überhaupt näher zu studiren, und von da aus Aufschluß über eine Wirkungsweise zu erhalten, die man hier ohne alle Berechtigung dazu annehmen will.

2. Mißbildungen und zwar häufig auch solche, bei welchen Versehen stattgefunden haben sollte, sind oft Zwillinge, von welchen der eine ganz normal gebildet ist. Wie ist es hier erklärbar, daß der eine Fötus von dem Affecte der Mutter getroffen wurde, der andere nicht. Dagegen kann man leicht einsehen, wie eine Störung, eine Hemmung in der Entwicklung eben durch das Vorhandensein zweier Eier veranlaßt wurde, deren Folge die Mißbildung ist.

3. Es kommen sehr häufig Mißbildungen in Organen vor, welche die Mutter gar nicht kennt, die sie bei dem Versehen gar nicht sehen konnte, bei welchen also ein Versehen im engern Sinne des Wortes gar nicht stattfinden konnte.

4. Dieselben Mißbildungen in denselben Formen ereignen sich oft, wo gar kein Versehen stattgefunden hat, welche anderemale Folge des Versehen sein sollen, z. B. eine der häufigsten die sogenannte Hasenscharte.

5. Sehr oft hatten Affecte Statt, von welchen man eine Einwirkung auf den Fötus fürchtete, und es zeigte sich keine solche. Mit Recht müßte man befürchten, daß die Zahl der Mißbildungen viel größer sein würde, als sie wirklich schon ist, wenn heftige Affecte der Mutter, denen Schwangere gerade so leicht ausgesetzt sind, eine so leichte Ursache zu Mißbildungen werden könnten.

6. Mißbildungen finden sich, wie oben schon erwähnt, öfter in derselben Art bei mehren, oft in Zwischenräumen von vielen Jahren aufeinander folgenden Kindern, oder sind erblich in einer Familie. Gesetzt auch hier könnte in einem Falle ein Versehen nachgewiesen werden: ist es wahrscheinlich und denkbar, daß dieses nicht nur auf die Eier im Eierstocke, die vielleicht auch noch nicht gebildet waren, und selbst auf die des Fötus und mehrer zukünftigen Generationen sollte gewirkt haben? Spricht dieses nicht ebenso sehr gegen das Versehen, als es auf eine andere bleibende Quelle der Mißbildung in der Organisation der Mutter oder des Vaters und besonders auf eine anomale Beschaffenheit der Zeugungsflüssigkeiten hinweiset?

7. Mißbildungen und zwar häufig in derselben Form, wie sie beim Menschen vorkommen, und bei ihm Wirkung des Versehens sein sollen, finden sich auch bei Thieren. Haben wir irgend einen Grund in der Psychologie der Thiere, bei ihnen so lebhafte Affecte vorauszusetzen, als bei dem Menschen? Ist es wahrscheinlich, daß sich ein Jagdhund an einem Hasen oder Wolfe versehen sollte? Und doch sind Hasenscharte und Wolfsrachen häufig bei Hunden. Aber auch niedere Thiere, Amphibien, Fische, Insecten, endlich Pflanzen zeigen oft Mißbildungen. Wir können sie größtentheils aus denselben Gesetzen erklären, wie die Mißbildungen beim Menschen, die man von einem Versehen ableiten will, wovon bei jenen doch gar keine Rede sein kann.

8. Eine besondere Schwierigkeit stellt auch noch die Thatsache der Embryologie dem Versehen entgegen, daß nach den ersten 4—6 Wochen die Organe und Formen des Embryo's schon alle so angelegt und angedeutet sind, daß eine Mißbildung derselben nicht bloß eine gestörte und mißleitete Entwicklungsthätigkeit, sondern auch Zerstörung des bereits Gebildeten voraussetzt; und zwar um so mehr, je mehr der Fötus in seiner Entwicklung vorgeschritten ist. Nun aber wissen die Frauen meistens in jener frühen Zeit noch gar nicht mit Sicherheit, daß sie schwanger sind. Hier hat ihr Gemüth noch nicht jene Richtung auf das sich bildende Wesen, die man für so förderlich für das Versehen erachtet. Auch sollen sich die meisten Fälle des Versehens erst nach der Mitte der Schwangerschaft und noch später ereignet haben, also nicht dann, wenn sie noch am ehesten annehmbar wären, sondern dann, wenn wir eine sehr bedeutende Umänderung und einen sehr tiefen Eingriff in die Entwicklungsthätigkeit des Embryo's annehmen müssen, bei der seine Erhaltung überhaupt kaum mehr denkbar bleibt.

Nehmen wir zu diesem Allen noch hinzu, daß wir die meisten Mißbildungen aus den Entwicklungsgesetzen, und anderen wissenschaftlich zu analysirenden Ursachen erklären können, so wird wohl Jedermann zugestehen müssen, daß das Versehen zum wenigsten nur als eine sehr seltene und beschränkte Ursache der Mißbildungen angenommen werden kann. Wenn ich das Versehen hier nicht absolut in Abrede stelle, so geschieht dieses einestheils, weil zuverlässige Männer, wie Klein, Carus, v. Bär, Prochaska, Schönlein, Bischoff (in Wien), Bering, Friedr. Müller, Bechstein und Andere noch neuere Fälle zu Gunsten desselben mitgetheilt

haben, die sich wenigstens aus dem Mitgetheilten nicht anderweitig erklären lassen. Noch mehr aber habe ich das Versehen mit unter die zu beleuchtenden Ursachen der Mißbildungen aufgenommen, weil durch bloßes Verneinen eine jedenfalls noch offenstehende Quelle für Forschungen abgeschnitten würde, von welcher ich um so mehr noch Gutes erwarten möchte, als ich das Versehen selbst entschieden für irrig halte.

Der Geist der Beobachtung in unseren Tagen hat sich freilich von jener Sucht nach dem Wunderbaren, Aberglauben und Leichtgläubigkeit losgemacht, denen wir so viele frühere Berichte über Mißbildungen verdanken. Allein noch manche Beobachtung läßt uns jene Umsicht vermissen, sei es aus Schuld des Beobachters, oder, wie so oft, aus Schuld der Umstände, welche erforderlich ist, um als eine sichere Basis für eine aus ihr abzuleitende Wahrheit gelten zu können. Warum sind die Versuche und Beobachtungen der Physiker und Chemiker so viel zuverlässiger als die der Physiologen? und warum die dieser wieder zuverlässiger als die der Pathologen? Mit Unrecht würde man dieses den Individuen und dem Geiste der Disciplinen überhaupt zuschreiben. Es liegt dieses weit mehr in der Möglichkeit zu beobachten. Könnte der Physiolog und Patholog seine Beobachtungen so oft wiederholen und so oft modificiren wie der Chemiker und Physiker, so würde man uns schwerlich mehr als jenen den Vorwurf oberflächlicher Beobachtungen und leichtsinniger Hypothesen machen können. Vor letzten kann man sich freilich hüten, wenn man die Schwierigkeit und deßhalb Unzulänglichkeit auch der sorgfältigsten Beobachtung einsieht.

So betrachte ich auch die Angaben der oben genannten verdienstvollen Männer. Die Umstände ihrer Beobachtungen, so sorgfältig sie selbst waren, konnten gar zu leicht vollständige Beobachtungen unmöglich machen, und darum darf man keine unbedingte Folgen aus ihnen ziehen. Ich erlaube mir einen Fall kurz mitzutheilen, welcher zeigt, wie leicht gerade bei der in Rede stehenden Sache Irrthümer sind.

Eine Schiffersfau aus einem Dorfe jenseits des Neckars kam mit einem Kinde ohne Hände und Füße nieder. Die Sache machte Aufsehen und ich interessirte mich für dieselbe so viel als möglich. Die Frau erzählte mir, sie habe, als sie schwanger gewesen, eines Tages unsere anatomische Sammlung besucht, in welcher die Mißbildungen das gewöhnlichste Object der Neugierde solcher Leute sind. Dort sah sie auch einen Fötus ohne Hände und Füße. Als sie aus der Sammlung herauskommt, begegnet ihr eine Bekannte, und wirft ihr in derben Ausdrücken den Besuch und das Besehen der Sammlung in ihrem Zustande vor. Obgleich sonst ein starker Geist, konnte sie dennoch diese Vorstellung nicht wieder loswerden, — und sie gebar ein Kind ohne Hände und Füße. Dieses erzählte sie mir mit allen Nebenumständen weit und breit. Wer hätte hier nicht an ein Versehen glauben sollen? Ich gestehe, ich fing selbst an stutzig zu werden. Endlich erfuhr ich en passant nach vielen Fragen, daß dieselbe Frau, neben mehren gesunden Kindern, die herumliefen, früher schon zweimal Mißbildungen vor mehren Jahren geboren hatte. Nun war die Sache klar, wie leicht hätten aber Umstände mir diese Kenntniß vorenthalten können.

Ich kann daher das Versehen in der Lehre von den Mißbildungen, nur als einen der weiteren Beobachtung werthen Gegenstand betrachten, aus welchem Gesichtspunkte ihn auch neuerlichst Feuchtersleben [1]) betrachtet hat.

[1]) Die Frage über das Versehen der Schwangern, zergliedert in den Verhandl. der K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien. 1842. S. 430.

Nach einer andern Ansicht glaubte man, daß die Mißbildungen ihren Ursprung irgend einer nachtheiligen mechanischen äußern Einwirkung verdankten. Als solche betrachtete man einen Stoß, Schlag, Fall und dgl., welchen die Mutter erlitten, oder eine heftige Bewegung derselben, oder mechanische Hindernisse, denen das Ei bei dem Durchgang durch den Eileiter, oder bei seinem Aufenthalt in dem Uterus durch organische Veränderungen dieser Organe selbst, oder der ihnen benachbarten, ausgesetzt gewesen sei. Dahin rechnete man ferner ungewöhnliche Verhältnisse des Eies selbst, zu viel oder zu wenig Fruchtwasser, einen zu beschränkten Raum für den Fötus, besonders wenn deren etwa zwei vorhanden gewesen. Endlich selbst krankhafte Veränderungen betrachtete man vorzugsweise als nur durch mechanische Einwirkung Mißbildungen hervorbringend, z. B. Verwachsungen, Bildung von Pseudomembranen und Strängen 2c. Unter den älteren Schriftstellern war besonders Lemery De monstris p. 139. ein eifriger Vertheidiger dieser Ansicht, und unter den neueren betrachtete Geoffroy St. Hilaire eine Zeitlang solche mechanische Einflüsse als einzige Ursachen der Mißbildungen (Philosophie anatomique. Paris 1822). Viele Andere wie Haller. (De monstris. p. 172), Treviranus (Biologie III S. 443), C. F. Wolff (De ortu monstrorum Nov. Comment. petropolit. T. XVII p. 570), gaben zwar zu, daß zuweilen mechanische Einflüsse Mißbildungen veranlassen könnten, selbst Verwachsungen zweier Embryonen, beschränkten aber doch diese Ursache als eine im Ganzen seltener wirkende. F. Meckel dagegen, Path. Anat. S. 25, erklärte sich auf das Entschiedenste dagegen, und sagt S. 29 geradezu: daß er durchaus keine abweichende Bildung als von mechanischen Ursachen entstanden ansehen zu können glaube.

Und in der That muß man gestehen, daß ebenso wie es in der Mehrzahl der Fälle schwer halten würde, eine vorausgegangene mechanische Einwirkung historisch nachzuweisen, es noch schwerer halten würde, die Möglichkeit der Entstehung der meisten Mißbildungen durch mechanische Einflüsse darzuthun; vielmehr zeigen die meisten die Unmöglichkeit hierzu aus inneren Gesetzen, wie dieses Meckel a. a. O. auf das Ueberzeugendste dargethan hat. Die Thatsachen, auf welche Geoffroy St. Hilaire seine Behauptung gestützt hat, und von denen Eisenbeis (Disp. de Laesionibus mechanicis Simulacrisque Laesionum foetu in utero contento accidentibus etc. Tubing. 1794) eine beträchtliche Zahl gesammelt hat, sind nur im Stande zu zeigen, daß mechanische Einflüsse allerdings Störungen in der Entwicklung und Verunstaltungen des Fötus herbeiführen können, allein er hat denselben eine viel zu allgemeine Ausdehnung gegeben, wenn er sie für hinreichend zu der Annahme hielt, daß alle Mißbildungen auf diese Weise entständen, und ihn selbst zu der Aeußerung veranlaßten, daß er beliebig so viele Mißbildungen hervorbringen könne, als er wolle. Es war ihm nämlich gelungen, bei Hühnereiern durch theilweise Verletzung derselben, durch gewisse Lagen, durch Ueberzüge die er über dieselben gemacht, mancherlei Verunstaltungen des Embryo's hervorzubringen. Wenn man aber die Resultate dieser Versuche in seinen Mittheilungen (Journ. complémentaire T. XXXIV; Philos. anat. p. 513; Mémoires du Muséum. Tom. XIII p. 289 und Isidore Geoffr. St. Hilaire, Histoire des anomalies de l'organisation. III p. 503) lieset, so muß man sich wundern, wie er daraus so allgemeine Folgerungen gezogen hat.

Es haben sich ferner zwar die Beobachtungen über filamentöse Verbindungen zwischen dem Fötus und den Eihäuten, Abschnürungen der Glieder durch solche und den umschlungenen Nabelstrang in Erfahrungen von Wrisberg

Chaussier, Osiander, Watkinson, Fitch, Montgomery, Schäfer, Lagorsky, Beclard, Veiel, Ludwig, Smith, Vassal, Buchmann, Burchhard u. A., zu denen der Verfasser noch zwei schöne Beispiele aus der hiesigen anat. Sammlung hinzufügen könnte, weit über die Erwartung und Aussicht von Geoffroy vermehrt; es hat Valentin[1]) seine Versuche durch Verletzung von Hühnereiern Mißbildungen hervorzubringen mit Glück wiederholt; allein dieses Alles wird den Unbefangenen auch nur zu dem Resultate führen, daß zwar mechanische Verletzungen des Embryo's gewisse Mißbildungen und Verstümmlungen desselben hervorbringen können, gewiß aber nur zu den selteneren veranlassenden Ursachen derselben gerechnet werden dürfen.

Die Betrachtungen mechanischer Einflüsse als Ursachen der Mißbildungen involvirt theilweise eine andere in sich, welche von mehren Schriftstellern ebenfalls einseitig hervorgehoben worden ist, nämlich die Ansicht, daß Krankheiten des Fötus überhaupt die Hauptquelle dieser Anomalien seien. Unter den Neueren hat vorzüglich Otto in seinem großen Werke[2]) dieser Entstehungsweise der Mißbildungen als der allgemein gültigen das Wort geredet, indem er meint, daß sie bei vielen als thatsächlich nachgewiesen, bei anderen sehr wahrscheinlich sei, und bei noch anderen endlich vielleicht in Zukunft noch nachgewiesen werden würde. Man beruft sich zur Unterstützung dieser Ansicht auf die Krankheiten, mit welchen behaftet man den Fötus öfters hat geboren werden sehen: Entzündungen, Tuberkeln, Skrophulosis, Rhachitis, Syphilis etc. welche auch in früher Zeit vorhanden gewesen sein könnten, und Organe zerstört und entstellt haben. Vorzüglich aber sind es die Mißbildungen von Acephalie, Anencephalie, Hämicephalie, Spina bifida etc., in welchen mit sehr großer Wahrscheinlichkeit, ja durch mehre Fälle geradezu bewiesen, frühe Gehirn- und Rückenmarkswassersucht die Ursache dieser und vieler damit in Verbindung stehenden Mißbildungen war. Bleibt man aber bei diesen allein durch Thatsachen der Erfahrung bewiesenen Fällen stehen, so muß man eingestehen, daß sie doch immer nur einen kleinen und ganz bestimmten Kreis von Mißbildungen umfassen. So gewiß man zugeben und behaupten muß, daß besonders die letzten Zustände Mißbildungen hervorbringen, so wenig wird ein unbefangenes Urtheil diese Ursache allgemein ausdehnen wollen und können. Ansammlung von Wasser, oder besser seröser Flüssigkeit in geschlossenen und noch nicht geschlossenen hohlen Röhren, Kanälen und Höhlen, ist ein so einfacher, keine großen pathologischen Ursachen voraussetzender Vorgang, daß wir ihn ohne Bedenken als sehr wahrscheinlich auch beim Fötus annehmen dürfen. Hierdurch kann leicht Nichtvereinigung oder abermalige Spaltung der durch Rücken- und Bauchplatten gebildeten Röhren des Schädels, des Rückgrades, der Bauch- und Brusthöhle, der Medullarröhre, des Kanales der Allantois u. s. w. hervorgebracht und dadurch eine Menge Mißbildungen verursacht werden. Schon die Entzündung scheint mir indessen ein kaum in größerer Ausdehnung zuzugebender pathologischer Zustand, so wie denn auch eine solenne Entzündung irgend eines Theiles in früherer Zeit, so weit mir bekannt, durch keine Beobachtung erwiesen ist. Noch weniger sind unzweifelhafte Fälle von Induration, Eiterung und Brand ebenfalls in früherer Zeit, wo allgemein zugegebenermaßen die meisten Mißbildungen entstehen, beobachtet worden. Daß Dyskrasien, wie Tuberkeln, Scropheln, Rhachitis, Syphilis etc., von der Mutter auf den Fötus übergehen, ist leicht begreiflich bei dem Austausch der Säfte

[1]) Repertorium. II S. 168.
[2]) Monstrorum sexcentorum descriptio anatomica. p. XV.

zwischen beiden. Aber daß durch dieselben einzelne Organe des Fötus gänzlich zerstört, und die übrigen dabei in vollem Wohlsein erhalten werden sollten, wie dieses doch meist bei den Mißbildungen der Fall ist, halte ich für sehr unwahrscheinlich.

So wie eine solche Betrachtung der krankhaften Processe, welche Mißbildungen veranlaßt haben könnten, so zeigen nicht minder auch die Mißbildungen selbst, wie jene im Allgemeinen nur seltenen Ursachen ihrer Entstehung sein können. Besonders sind es die Doppelbildungen, die, so sehr man gerade über sie in dieser Hinsicht gestritten hat, gewiß nur mit der größten Unwahrscheinlichkeit von pathologischen Ursachen abgeleitet werden können. Wenn man die vollständige Reihe, welche sie bilden, die Regelmäßigkeit ihrer Bildung und die stehenden Formen, in welchen sie immer wiederkehren, bedenkt, so scheint keine Ansicht über sie schwächer, als die, daß sie immer zweien Embryonen ihren Ursprung verdanken sollen, von welchen gewisse Theile pathologisch zerstört, und die anderen verschmolzen sein sollen. Meckel hat sie in dieser Hinsicht besonders gewürdigt und ich werde weiter unten wieder darauf zurückkommen. Außerdem sind aber auch alle die Mißbildungen, die man gewöhnlich als Situs perversus oder Fabrica aliena bezeichnet, gar nicht geeignet aus krankhaften Veränderungen abgeleitet zu werden; ich meine nicht sowohl Versetzungen der Eingeweide der Brust- und Bauchhöhle, als besonders die Fehler in der Herzbildung, die Varietäten in der Gefäßvertheilung und manche Bildungs-Abweichungen der Genitalien. Es ist unmöglich, bei solchen Ueberlegungen pathologische Processe als allgemein bewirkende Ursache für alle Mißbildungen zu betrachten, sie wird gleich den übrigen auf einzelne und gewisse Fälle beschränkt werden müssen.

Mit den Fortschritten der Entwicklungsgeschichte, und je mehr man die Bildungsweise des Embryo's und seiner Organe kennen lernte, mußte man zu der Erkenntniß kommen, daß die meisten Mißbildungen auf eine ganz andere Weise zu erklären sind, als dieses aus der Annahme der bisher betrachteten Ursachen geschehen kann. Wenn man die Formen der mißgebildeten Embryonen und ihrer Organe mit den Formen verglich, welche sie während ihrer Entwicklung durchlaufen, so mußte man nothwendig auf die Aehnlichkeit, welche zwischen beiden sich befindet, aufmerksam werden. Man erkannte, daß die größte Zahl der Mißbildungen gewisse Stufen der Entwicklung darstellen, auf welchen die Bildung stehen geblieben war, oder von welchen aus sie sich nicht dem Typus gemäß weiter entwickelt hatten.

Diese Art der Entstehung der Mißbildungen hat man Bildungshemmung, und die auf solche Weise entstandenen Bildungen Hemmungsbildungen genannt. Beide Bezeichnungen müssen in dem angegebenen Sinne sprachrichtig wohl von einander unterschieden werden, obgleich dieses meistens vernachlässigt wird. Der Erste, welcher auf diese Entstehungs- und Ableitungs-Weise der Mißbildungen aufmerksam machte, war C. F. Wolff [1]). Sie wurde sodann von Tiedemann [2]) zur Erklärung derselben angewandt; vor allen aber gab ihr J. F. Meckel in seiner pathologischen Anatomie und mehren anderen Schriften über Mißbildungen die größte Ausdehnung und Anwendung. In Frankreich aber war es vorzüglich Geoffroy St. Hilaire, der sie, neben seiner Annahme mechanischer Ursachen für die Mißbildungen, in verschiedenen Abhandlungen, namentlich auch in seiner Philosophie anatomique seinen Untersuchungen zu Grunde legte.

---

[1]) Nov. Commentar Petrop. T. XVII.

[2]) Anatomie der kopflosen Mißgeburten. Landshut 1813.

In der That muß man gestehen, daß erst von der Zeit der Entstehung und Ausbildung dieser Idee in die Lehre von den Mißbildungen eine vernünftige Einsicht und wissenschaftliche Behandlungsweise eingedrungen und allgemein geworden ist. Indem man zeigen konnte, wie der größte Theil der Mißbildungen Formen darstellt, welche der Fötus vorübergehend in seiner Entwicklung darbietet, verschwand aus dieser Lehre das Zufällige, Abweichende, Befremdende, Verwirrende. Aus dem Chaos wunderlicher Gebilde entwickelte sich eine vernünftige Einsicht, das scheinbar Gesetzloseste reihte sich auf das Vollkommenste den erkannten Entwicklungsgesetzen an, und diente ihnen wiederum zur vielfachen Bestätigung. Jeder Fortschritt in der Entwicklungsgeschichte eröffnete nun eine neue Möglichkeit in der Erklärung von Mißbildungen, und diese konnten auf die an die normale Entwicklungsgeschichte zu richtenden Fragen hinleiten. Die gleichzeitige Ausbildung der vergleichenden Anatomie kam dabei ebenfalls herrlich mit zu Statten. Indem man die äußeren Formen und besonders die innere Structur der Thiere studirte und kennen lernte, mußte sich auch von dieser Seite die Analogie bleibender Formen mit vorübergehenden in der Embryonal-Entwicklung von selbst herausstellen. Vorzüglich interessant war dabei die sich ergebende Lösung der Frage nach der Aehnlichkeit gewisser Mißbildungen mit Thieren. Zwar ist dieselbe in der Lehre und der Beurtheilung der Mißbildungen oft und sehr übertrieben worden, und wir haben schon gesehen, zu welchen Abwegen in der Ableitung der Mißbildungen diese Uebertreibung geführt hat, wie sie Ursache der härtesten und grausamsten Beschuldigungen der Unglücklichen war, welche Mißbildungen zur Welt brachten, und wie sie eine Hauptstütze der übertriebenen Lehre von dem Versehen war. Meckel und viele Andere mit ihm fehlten und fehlen noch heute allerdings darin, daß sie diese Thierähnlichkeit der Embryonen und Mißbildungen so auffaßten, als durchliefe das höhere Wirbelthier, und besonders der menschliche Embryo in seiner Entwicklung die Formen niederer Thiere, und sei daher auf einer gewissen Stufe ein Fisch, ein Amphibium, ein Vogel, ein Säugethier und endlich ein Mensch, so daß daher auch ein menschlicher Fötus, wenn er auf einer dieser Stufen als Mißbildung stehen bliebe, einem Fisch, einem Frosch, einem Vogel oder Säugethier ähnlich sehen könne. Vielmehr liegt diese Aehnlichkeit, wie v. Bär zuerst zeigte, darin begründet, daß die Embryonen der vier Wirbelthierclassen und des Menschen sich in früher Zeit alle einander außerordentlich ähnlich sind, und alle eine gewisse Summe gleicher und ähnlicher Organe besitzen. Ihre Verschiedenheit entsteht daraus, daß diese im Keime ähnlichen Organe sich nach verschiedenen Typen entwickeln, bei dem einen auf einer gewissen Stufe verharren, bei dem andern sich weiter metamorphosiren, bei dem dritten sogar wieder zurückschreiten und verschwinden. Bleibt nun der höher sich entwickeln sollende Embryo auf der Stufe stehen, die der niedere auch bei seiner vollkommenen Entwicklung nur erreicht, so wird er eine Aehnlichkeit mit letzterm darbieten. Indem diese Thierähnlichkeiten der Mißbildungen daher gewöhnlich durch Bildungshemmung hervorgebracht werden, bezeichnen sie auch immer nur eine gewisse Erniedrigung, nicht eine Erhöhung. Es kann zwar wohl geschehen, daß das Gehirn, das Herz eines menschlichen Fötus, dem eines Reptils ähnlich sind, nie aber hat man noch Gehirn und Herz eines Reptils als Mißbildung die menschliche Form annehmen sehen. Und wenn man Mißbildungen von Säugethieren menschenähnlich gefunden hat, so möchte ich sagen, daß dieses eher darin seinen

Grund hat, daß manche Menschen thierähnlich sind, und mit diesen also auch unter den Thieren Aehnlichkeiten sich entwickeln können.

Wenn es nun so eine unbestreitbare und die Lehre von den Mißbildungen hell erleuchtende Thatsache ist, daß dieselben sich zum großen Theile aus einer Hemmung, aus einem Stehenbleiben auf einer gewissen Stufe der Entwicklung erklären lassen, so ist freilich damit die Frage nach der Ursache dieser Hemmung noch nicht beantwortet. Indessen ist es leicht ersichtlich, daß diese Ursachen sehr mannichfach sein, und namentlich alle bisher aufgezählten als solche auftreten können. Es ist möglich, daß die Ursache der mangelhaften Entwicklung schon in dem Keime begründet war; es ist möglich, daß ein Krankheitsproceß des Embryo's, daß eine ihn treffende mechanische Einwirkung, daß eine heftige Gemüthsaffection der Mutter ꝛc. Ursachen sind, warum die Entwicklung des Keimes und Embryo's in dem einen oder andern Organe aufgehalten, gehemmt wird, so wie sie Ursachen sein können, daß sie ganz unterbrochen und der Embryo unentwickelt ausgestoßen wird. Je mehr es möglich sein wird, eine dieser entfernteren Ursachen historisch nachzuweisen, um so vollkommner wird unsere Einsicht in die Entstehung der Mißbildung sein. Allein auch wenn wir hierzu nicht im Stande sind, wird uns dieses in der Beurtheilung der Mißbildung als Bildungshemmung ebenso wenig stören können, als wir zwar oft im Stande sind, die Ursachen einer Krankheit nachzuweisen, diese aber zuweilen sämmtlich nicht vorhanden gewesen zu sein scheinen und die Krankheit dennoch dieselbe ist.

Fassen wir nun Alles zusammen, was wir in dem Vorhergehenden über die Ursachen und die Entstehungsweise der Mißbildungen erörtert haben, so scheint mir Folgendes daraus hervorzugehen:

Die Mißbildungen sind Krankheiten des werdenden Individuums, so wie es solche des gewordenen giebt. Krankheit aber ist Abweichung von der einem jeden Organismus zu Grunde liegenden Idee, deren Realisation zur Erreichung gewisser Zwecke nothwendig ist; oder wie Henle [1]) dieses ausdrückt, Abweichung von der Idee der Gattung. Die Mißbildungen verdanken daher ihre Entstehug einer Abweichung von der Idee der Gattung. Diese Bestimmung ist ganz dasselbe was C. F. Wolff sagt, wenn er sie als hervorgebracht durch eine abweichende Thätigkeit seiner Vis essentialis, oder Blumenbach seines Bildungstriebes oder Andere endlich der Vegatations- oder vegetativen Kraft bezeichneten, oder was man wenigstens damit bezeichnen wollte. Ich ziehe aber meine Definition vor, weil die Ausdrücke Vis essentialis, Bildungstrieb, Vegetationskraft, mancherlei Deutungen und Mißverständnisse erfahren haben, namentlich die beiden letzteren. Man hat dieselben häufig, ja gewöhnlich, gebraucht zur Bezeichnung der Richtung der den organischen Körpern zu Grunde liegenden Kraft, welche auf Darstellung, Bildung organischer Materien hinzielt; und dann in einer Abweichung derselben in gleicher Weise die Ursache der Mißbildungen erblickt, wie man auch gewöhnlich zu sagen pflegt, in dem Embryo überhaupt offenbare sich fast nur bildende vegetative Thätigkeit.

Ich habe mich schon an einem andern [2]) Orte darüber ausgesprochen, wie ein tiefes verderbliches Mißverständniß zu Grunde liegt, indem man die Thätigkeiten, Functionen der gebildeten Organe, mit der Ursache verwechselt, oder gleich bezeichnet, denen sie ihr Dasein, ihre Structur, Textur Mischung und die Erhaltung in derselben verdanken. Man erblickt in den Thätigkeitsäußerungen des Verdauungskanales der Drüsen ꝛc. vegetative

[1]) Allgemeine Anat. S. 218.

[2]) Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. S. 505

Thätigkeit, nennt diese Organe vegetative, und zugleich sollen sie nicht minder, wie alle übrigen Organe, deren Thätigkeit in Bewegung, in Entwicklung des Nervenagens rc. beruhen, der Vegetationskraft, dem Bildungstriebe ihre Entstehung verdanken. Man bezeichnet also mit demselben Worte einmal die Folgen einer gewissen Structur, Textur und Mischung, und wieder die Ursache dieser selben Structur, Textur und Mischung, und diese selbe Ursache bringt auch wieder ganz andere Structuren, Texturen und Mischungen hervor, die auch wieder ganz andere Folgen haben. Dieses veranlaßt eine heillose und unlogische Verwirrung der Worte und Begriffe.

Die Ursache, welcher der Embryo sein Dasein und die Entwicklung aller seiner Gattung zukommenden Organe verdankt, schafft sowohl diejenigen Organe, deren Thätigkeit im entwickelten Zustande Umänderung, Auflösung, Darstellung organischer Materien ist, die also vegetative, bildende genannt werden können, als diejenigen, deren Thätigkeit im entwickelten Zustande Bewegung oder Entwicklung des Nervenagens ist, die Niemand vegetative nennt. Man muß sie also auch anders bezeichnen, und jene allgemeine Ursache nicht Vegetationskraft, Bildungstrieb nennen, sondern, wenn sie einen besondern Namen haben soll, können wir sie nur als Lebenskraft, organische Kraft überhaupt bezeichnen, welche eben den Organismus nach der seiner Gattung zu Grunde liegenden Idee schafft und erhält. Daß ich aber eine solche für anzunehmen nöthig halte, und nicht glaube, daß es jetzt schon gelingen kann, die Organismen aus den uns bekannten Kräften der übrigen Natur abzuleiten, gehört nicht hierhin, obgleich die Mißbildungen wohl zu einer der Ursachen, die bis jetzt zu jener Annahme nöthigen, gehören möchten.

Nun, ich betrachte also die Mißbildungen als Abweichungen der Thätigkeit, welche jeden Organismus nach einer ihr vorschwebenden Idee formt und bildet, wodurch denn auch Abweichungen von der Realisation dieser Idee und der Materie erfolgen. Die Ursachen dieser Abweichung können sehr mannichfach sein, immer aber entweder ursprüngliche oder solche, die während der Entwicklung einwirken. Ob die ursprünglichen nun in einer Modification der Idee selbst begründet sein können, oder in der Modification der ersten, ihrer Wirkung unterworfenen Materien, des Samens und des Eies, wird nicht entschieden werden können; nur aber die der letzteren werden unserer Forschung zugänglich sein und werden, und auf ihre Modificationen begründe ich zunächst die Annahme einer ursprünglichen Mißbildung des Keimes. Durch sie können alle möglichen Arten der Mißbildungen, Doppelbildungen, Defecte, Hemmungsbildungen, Situs perversus rc. hervorgebracht werden. Die während der Entwicklung eine Abweichung von der Realisation der Idee der Gattung bewirkenden Ursachen können sehr mannichfaltig sein, werden aber vorzüglich wieder auf zwei Weisen in Wirksamkeit kommen. Sie können begründet sein entweder in dem von der Mutter gelieferten Entwicklungsmaterial, welches wiederum von körperlichen und geistigen Affecten der Mutter verändert werden kann. Oder sie können begründet sein in Affecten des Embryo's selbst, in Krankheiten desselben oder in mechanischen Verletzungen. Das ganze Heer der auf eine dieser Weisen einwirkenden entfernteren Ursachen wird ebenfalls die verschiedensten Formen der Mißbildungen hervorrufen können, vielleicht selbst Doppelbildungen und Situs mutatus; vorzüglich aber wohl mehr Defecte und Hemmungsbildungen.

Nicht weniger als die Ursachen der Mißbildungen, hat ihre Eintheilung und Classification den Schriftstellern zu thun gemacht. Die Ursache der Schwierigkeit lag und liegt in der Auffindung eines durchgreifend

ausführbaren Eintheilungs-Princips. Denn wenn man sie nach den äußeren Formen classificiren will, so sind die Modificationen der Mißbildungen so mannichfach und verschieden, daß man genöthigt wird, eine zu große Anzahl von Arten zu bilden. Auch kommen sehr oft verschiedene Arten von Mißbildungen in einem und demselben Individuo vor, so daß wenigstens eine diese betreffende Classification und Benennung höchstens nur a potiori, d. h. nach dem am meisten in die Augen Fallenden richtig sein kann. Nach den veranlassenden Ursachen ist eine Eintheilung aber auch nicht durchzuführen. Denn wenn diese sich auch dadurch, daß sie sogleich die Natur der Mißbildung näher andeuten würde, sehr empföhle, so ist sie doch wieder deßwegen nicht ausführbar, weil dieselbe Art der Mißbildung durch verschiedene Ursachen herbeigeführt werden kann. Viele haben beide Momente, die äußere Form und die bedingende Ursache, zum Eintheilungsprincip benutzt, worin aber keine logische Einheit liegt. So ist es denn gekommen, daß fast jeder Schriftsteller über Mißbildungen sich sein eigenes System gebildet hat, gegen welches sich bald mehr bald weniger Einwürfe erheben lassen, und von welchen ich nur die vorzüglich bekannter gewordenen hier namhaft machen will.

Als eines der ältesten Systeme der Mißbildungen erwähne ich zuerst dessen von Licetus[1]). Er theilt die Mißbildungen in Monstra uniformia, welche nur die Bildungen einer Species an sich tragen, und Monstra multiformia, welche die Bildungen mehrer Species in sich vereinigen. Die erste Classe umfaßt: 1. Monstra mutilia; 2. M. excedentia; 3. M. ancipitis naturae; 4. M. difformia; 5. Monstra informia; 6. M. enormia. Die zweite Classe enthält: 1. Monstra, welche Theile verschiedener Individuen derselben Species besitzen; 2. solche, welche Theile verschiedener Species aber desselben Genus besitzen; 3. solche mit Theilen verschiedener Genera und 4. solche mit Theilen ganz verschiedener Wesen, Menschen nnd Dämonen. Diese Eintheilung bezeichnet sich selbst und den ganzen Stand der Untersuchung hinlänglich.

Die Classificationen von Huber[2]), so wie die von Voigtel[3]) und selbst die von Malacarne[4]), obgleich letztere als Vorgängerin der von Breschet zu betrachten ist, will ich hier nur im Allgemeinen erwähnen, da sie meist so große Unvollkommenheiten darbieten, daß dieselben sogleich von selbst in die Augen fallen.

Dagegen verdient die Classification von Buffon[5]) vorzüglich schon deßwegen hervorgehoben zu werden, weil sie der größten Zahl der später aufgestellten mehr oder weniger zu Grunde liegt. Er stellt nämlich drei Classen auf: I. Mißbildungen mit Exceß, II. Mißbildungen mit Mangel, und III. Mißbildungen mit Umkehrung oder fehlerhafter Stellung. So ist dieser Eintheilung die von Blumenbach[6]) sehr ähnlich, welcher 4 Classen annahm: I. Fabrica aliena, II. Situs mutatus, III. Monstra per defectum, IV. Monstra per excessum, mit welcher wiederum die von Bonnet[7]) fast ganz übereinstimmt. Sehr vielen Beifall fand eine Eintheilung von Treviranus[8]) in quantitative und qualitative Mißbildungen, gegen welche sich im Allgemeinen auch wohl nur die Einwendung machen läßt, daß oft beide Arten in einem und demselben Individuo vereinigt vorkommen. Meckel schloß

---

1) De monstris. Amstelod. 1665. Lib. I. Cap. XIII p. 48.
2) Observationes atque cogitationes nonnullae de monstris. Cassel. 1748. 4to. p. 9.
3) Handbuch der Path. Anatomie. Halle 1805. III S. 574.
4) Dei monstri umani etc. Mem. della soc. ital. Tom. IX.
5) Histoire naturelle, Supplement IV p. 578.
6) Handbuch der Naturgeschichte. 5te Aufl. S. 20.
7) Considération sur les corps organisés. Tom. III.
8) Biologie III S. 425.

sich in seiner Eintheilung, welche er in seiner path. Anatomie I. S. 44. und in der Monographie: De duplicitate monstrosa. Comment. p. 2. ausführlich erörtert, am meisten der von Buffon und Blumenbach an, indem er 4 Classen bildete, von welchen das Wesen der ersten eine zu geringe Energie der bildenden Kraft ist, das der zweiten eine zu große Energie, das der dritten Abweichungen der Organe von ihrer gewöhnlichen Form, und das der vierten Unbestimmtheit in dem Geschlechtscharakter oder Zwitterbildung. Besonders diese letzte Classe läßt sich dieser Eintheilung zum Vorwurf machen. Sie verdankte ihre Bildung nur einer nicht gehörigen Kenntniß der normalen Entwicklungsweise der Genitalien. — Der Eintheilung von Buffon sind auch Chaussier und Adelon gefolgt[1]). Dieselbe liegt auch der von Breschet[2]) zu Grunde, obgleich derselbe die erste Classe Buffon's, in welcher die Mißbildungen mit Exceß sich finden, in zweie theilen zu müssen glaubte, deren eine die Doppelbildungen enthält. Er hat zugleich eine allgemein durchzuführende griechische Terminologie vorgeschlagen, und so heißen denn seine vier Classen folgendermaßen: I. Ageneses, Bildungsabweichungen mit Verminderung der Bildungskraft. II. Hypergeneses, Bildungsabweichungen mit Vermehrung der Bildungskraft. III. Diplogeneses, Bildungsabweichungen mit Vermehrung der Keime. IV. Heterogeneses, Bildungsabweichungen mit fremdartigen Eigenschaften des Zeugungsproductes. Diese Trennung der Diplogenesen von denen mit Uebermaß der Bildung enthält die bestimmte Annahme über die Entstehungsweise der sowohl in die eine als andere Classe gehörigen Mißbildungen, für welche nur der Beweis noch zu fehlen scheint.

Eine der berühmtest gewordenen Classificationen ist ferner die von den beiden Geoffroy Saint Hilaire.

Geoffroy St. Hilaire[3]) und sein Sohn Isidore[4]) weichen zunächst schon in dem Princip ganz von dem der Uebrigen ab. Veranlaßt durch die große Aehnlichkeit, in welcher gewisse Mißbildungen immer wiederkehren, durch die Reihenfolgen, welche sich aus ihnen bilden lassen, und überhaupt durch das Gesetzmäßige, was sich in ihren Bildungen ausspricht, betrachten sie die Mißbildungen als organische Wesen eigener Art, die eine besondere Classe ausmachen. Sie behaupten, daß sich deßhalb auch dieselben Regeln bei ihnen anwenden lassen, wie bei der Anordnung und Eintheilung anderer organischer Körper der Pflanzen und Thiere, und daß sie sich deßhalb ebenso in Ordnungen, Familien, Genera und Species eintheilen lassen, wie diese, wenn man dieselben Eintheilungs-Principe auf sie anwendet, die zu diesen Abtheilungen in dem Pflanzen- und Thierreiche führen. Zugleich wenden sie bei ihrer Classification die Analogie, welche die Mißbildungen mit Formen niederer Thiere darbieten, in hohem Grade an, und glauben diese Analogien überall finden zu können. Kurz sie wenden die sogenannte naturhistorische Methode auf die Mißbildungen an, so wie dieselbe von anderen Seiten auf die Krankheiten in Anwendung gesetzt worden ist.

Geoffroy nennt zunächst alle Mißbildungen Anomalien, und die Lehre von denselben: Teratologie (von τεράς, Monstrum). Dieselben zerfallen in einfache und complicirte. Die einfachen nennt er Haemiteries, oder Varietäten und Bildungsfehler, und versteht unter Varietäten diejenigen, die eine geringe Abweichung von dem Normal darstellen, bei welcher die

[1]) Dict. des sc. méd. Tom. XXXIV. p. 156.
[2]) Dictionaire de médécine. Art. Deviation organique.
[3]) Philosophie anatomique. Paris 1822. T. II. p. 77. und Mém. du Muséum. T. VII. p. 85.
[4]) Histoire générale des Anomalies de l'organisation. Paris 1832. T. I. p. 97.

Function nicht gestört ist; unter Bildungsfehler diejenigen, bei welchen die anatomische Abweichung ebenfalls gering ist, die Function aber gestört oder unmöglich ist. Diese Hämiterien zerfallen in 5 Classen, je nachdem die Abweichung betrifft das Volumen, die Gestalt, die Structur und Färbung, die Disposition (Lage, Verbindung, Trennung) und die Zahl und Existenz der Theile. Diese sind wieder nach der Ausdehnung und dem Grade der Mißbildung, und diese nach den Organen und Regionen abgetheilt. — Die complicirten Anomalien zerfallen in drei Abtheilungen: erstens Heterotaxien (von ἕτερος und τάξις, andere Anordnung), nämlich Anomalien, die zwar in anatomischer Hinsicht bedeutend, aber nicht äußerlich sichtbar sind und die Function nicht stören. Zweitens: Zwitterbildungen und drittens: Monstruositäten, letztere solche, wo sowohl die anatomische Anordnung sehr abweichend als auch die Function sehr gestört ist. Diese Monstruositäten theilt er in drei Classen: einfache, doppelte und dreifache. Die nächsten Abtheilungen werden dann nach physiologischen Merkmalen und die Unterabtheilungen nach anatomischen gebildet, z. B. die einfachen Monstruositäten in solche, bei denen eine selbstständige weitere Fortentwicklung möglich ist (Autosites), in solche, bei denen die Ernährung nur passiv durch die Placentarcirculation unterhalten wird (Omphalosites), und in solche, bei denen auch keine selbstständige Lebensfähigkeit sich findet und die auf Kosten eines andern Individuums sich erhalten (Parasites). Die Autositen sind dann wieder Ectoméliens (Mißbildung der Extremitäten mit Defect), Syméliens (Verschmelzung der Glieder), Célosimiens, (Vorfall der Eingeweide und unvollkommene vordere Schließung, vordere Spaltung), Exencéphaliens (Mangel der Schädeldecke) u. s. w. Die Nomenclatur ist ganz aus dem Griechischen entnommen, und soll wo möglich sogleich die ganze Mißbildung bezeichnen.

Obgleich die vielfache Widmung und die großen Verdienste der beiden Geoffroy um die Mißbildungen ihnen im Einzelnen eine große Autorität mit Recht verschafft haben, hat doch ihr System, oder vielmehr ihre Philosophie über die Mißbildungen nicht viele Anhänger gefunden, und trotz der gewandten Vertheidigung desselben durch Isidore[1]) möchten sich auch nicht schwer viele Bedenklichkeiten, selbst logischer Art gegen dasselbe erheben lassen, während der Gebrauch des Systems durch die vielen Abtheilungen eher beschwerlich als erleichternd wird, die Benennungen auch oft gar zu zusammengesetzt sind.

Gurlt[2]) bringt die Mißbildungen, indem ich seinen letzten Angaben folge, in drei Classen. Mißbildungen an einem Körper oder einfache Mißgeburten, Monstra simplicia s. unicorporea; Doppel- oder Zwillingsmißgeburten, Monstra duplicia s. bigemina; dreifache oder Drillingsmißgeburten, Monstra triplicia s. trigemina. Die erste Classe zerfällt in sechs, oder, mit Hinzuziehung der Zwitterbildungen, in sieben Ordnungen:

I. Mißbildung durch Mangel an Theilen, Monstra per defectum.

II. Mißbildungen durch Kleinheit der Theile, Monstra per parvitatem partium.

III. Mißbildungen durch regelwidrige Spaltungen am Körper, Monstra per fissuras alienas.

IV. Mißbildungen durch Nichtdurchbohrung und Verschmelzung der Theile, Monstra per atresiam et symphysin.

---

[1]) l. c. p. 108.

[2]) Lehrbuch der pathologischen Anatomie der Haussäugethiere Bd. II. und Berliner encyclopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften. Art. Monstrum. Bd. XXIV.

VI. Mißbildungen durch überzählige Theile am einfachen Körper, Monstra per excessum.

VII. Zwitterbildungen, Hermaphrodites.

Die zweite Classe zerfällt in zwei Abtheilungen:

Erste Abtheilung: Doppelmißbildungen durch Verschmelzung, Monstra per coalitum duplicia.

Zweite Abtheilung: Doppelmißgeburten durch Einpflanzung, Monstra per implantationem duplicia.

Die erste Abtheilung zerfällt in 4 Ordnungen:

I. Verschmelzung ohne Trennung an den beiden Enden des Körpers.

II. Verschmelzung mit Trennung am obern Ende.

III. Verschmelzung mit Trennung am untern Ende.

IV. Verschmelzung mit Trennung am obern und untern Ende.

Die zweite Abtheilung, ebenso wie die dritte, bedürfen keiner weitern Eintheilung.

Dieser Classification läßt sich unter anderen derselbe Vorwurf machen, welcher auch schon der von Breschet gemacht wurde, nämlich daß die Trennung der Mißbildungen durch überzählige Theile von den Doppelmißbildungen eine gewaltsame ist, da die Verdoppelung ganz allmälig durch alle Uebergangsstufen erfolgt. Gurlt's Benennungen der verschiedenen Mißbildungen sind indessen von Vielen angenommen worden.

Die neueste Classification, welche sich mehr den älteren von Buffon, Blumenbach, Meckel rc. anschließt, hat Otto in seinem großen Werke[1]) gegeben. Er stellt drei Classen auf. I. Classe: Monstra deficientia. Diese enthält drei Ordnungen: 1. Monstra perocephala, bei denen irgend ein Theil des Kopfes mangelhaft gebildet ist, wornach sie in sieben Gattungen zerfallen. 2. M. perocorma, bei denen die Wirbelsäule mangelhaft entwickelt ist. 3. M. peromela, mangelhafte Entwicklung der Extremitäten. II. Classe: Monstra abundantia, zerfällt in zwei Ordnungen: 1. Monstra ex duobus coalita; 2. Monstra luxuriantia. III. Classe: Monstra sensu strictiori deformia. Enthält 4 Ordnungen: 1. M. fissione deformia.; 2. M. coalitu singularum partium deformia; 3. M. atresia deformia; 4. M. morbis manifeste deformia.

Bei dieser Eintheilung ist die Benennung a potiori entnommen. Mehr noch aber könnte man an ihr vermissen, daß den Bildungen von sogenanntem Situs perversus, den Abweichungen in der Gefäßvertheilung, manchen Zwitterbildungen rc., keine Stelle in dem System angewiesen ist; daß es sich fragt, ob die Spaltbildungen und Atresien nicht auch Monstra deficientia sind; ob in der That Monstra abundantia durch Verwachsungen entstehen rc.

Dagegen stimme ich Otto ganz darin bei, daß man zu einer Classification der Mißbildungen nur ihren anatomischen Charakter benutzen kann, und man sich, wenn mehre anatomische Abweichungen bei demselben Individuo vorfinden, zu dessen Bezeichnung an die vorwaltende halten muß. Ja, ich glaube sogar, daß man in der Benutzung dieses anatomischen Princips noch strenger verfahren muß, als dieses von Otto und Anderen geschehen ist, indem sie nicht immer zwei Schwierigkeiten glücklich vermieden und besiegten, die sich bei einem solchen Unternehmen vorzüglich entgegenstellen.

Die erste dieser Schwierigkeiten ist die, daß man sich nicht genug in Acht nehmen kann, das anatomische Princip mit einem physiologischen zu verbinden, wozu man sehr natürlich dadurch verleitet wird, daß beide in der

---

[1]) Monstrorum sexcentorum descriptio anatomica. Vratislav. 1841. fol.

That häufig, aber durchaus nicht immer, zusammenfallen, während sie sich zuweilen geradezu entgegenstehen. In dieser Beziehung kenne ich fast keinen Schriftsteller, der es glücklich vermieden, Defecte und Hemmungsbildungen mit einander zu vereinigen und dadurch Irrthümer in sein System zu bringen. In der That sind Defecte oder anatomisch mangelhafte Bildungen sehr häufig in Bildungshemmung begründet, und Hemmungsbildungen erscheinen meist als anatomische Defecte. Allein Beides ist nicht immer der Fall. Defecte haben oft eine andere Ursache als Bildungshemmung, und Hemmungsbildungen erscheinen zuweilen selbst als anatomischer Exceß, z. B. doppelte Stirnbeine, Worm'sche Knochen u. dgl., oder ihr anatomischer Charakter ist weder Mangel noch Exceß. Durch die Identificirung von Defect und Bildungshemmung, also Vereinigung eines anatomischen und physiologischen Princips ist aber viel Verwirrung veranlaßt worden, und das Vermeiden dieser Klippe ist in der That nicht immer leicht.

Die zweite Schwierigkeit für eine gute anatomische Classification liegt darin, daß es oft sehr schwer ist, den anatomischen Charakter einer Mißbildung mit Sicherheit zu bestimmen, und sich darüber streiten läßt, ob etwas ein anatomischer Mangel, oder selbst ein Exceß, oder noch öfter eine bloße Abweichung ohne Mangel oder Exceß, ob etwas ein quantitativer oder qualitativer Fehler ist. So z. B. die Spaltbildungen und Atresien sind von den Meisten zwar unter den Defecten betrachtet worden, aber aus dem fehlerhaften Grunde, weil sie meist durch Bildungshemmung entstehen, während Andere weder einen Defect noch einen Exceß, sondern eine qualitative Abweichung in ihnen erblickten. Ich schließe mich der ersten Ansicht an, weil man sagen kann, es fehlt hier die Verschließung einer normalen Höhle oder eines Kanales des Körpers, und weil außerdem meist in der That bei der Spaltung noch offenbare anatomische Mängel vorhanden sind. Die Schwierigkeit wird aber in einzelnen Fällen sehr groß. So z. B. betrachte ich die mangelhafte Trennung der Vorkammern und Kammern des Herzens, das Offenbleiben des Ductus venosus Arantii u. dgl. als anatomische Defecte; es fehlt hier die vollständige Entwicklung jener Scheidewände, es fehlt die normal zu erwartende Verschließung des Ductus venosus rc. Dagegen halte ich das Offenbleiben des sogenannten Ductus arteriosus Botalli nicht für einen anatomischen Defect, obgleich man nach der gewöhnlichen Betrachtungsweise sagen würde, es fehlt hier die Verschließung jenes Verbindungskanales zwischen Art. pulmonalis und Aorta. Allein da ich aus der Entwicklungsgeschichte weiß, daß dieser sogenannte Ductus arteriosus Botalli eine ganz andere Natur hat, daß er die ursprüngliche rechte Aorta ist, die sich nur nicht dem Charakter der Gattung nach metamorphosirt hat, so rechne ich diese Bildung vielmehr zu den qualitativen, obgleich sie in ihren sonstigen Eigenschaften, Folgen u. dgl. vielfach mit den erstgenannten übereinstimmt. Ebenso sehen wir, daß Einige viele Doppelbildungen eher als anatomische Defecte, wie als Excesse zu betrachten geneigt sind, wenn sie sie nämlich als aus zwei vollkommnen Keimen entstanden betrachten, worüber ich noch weiter unten sprechen werde. Auch die sogenannten Zwitterbildungen bieten in dieser Hinsicht große Schwierigkeiten dar, und es kommt bei ihnen ganz auf ihre Erklärung aus der Entwicklungsgeschichte an, ob man sie als Exceß oder als Mangel oder vielmehr als qualitative Abweichungen in dem Entwicklungstypus betrachten will.

Unter Beachtung dieser Schwierigkeiten und möglichster Vermeidung der gegen jede Eintheilung zu erhebenden Einwürfe, glaube ich dennoch die

Mißbildungen in drei Classen bringen zu können, die sich in ihrer Bezeichnung den von Buffon und Blumenbach aufgestellten anschließen, in ihrer Durchführung von denselben aber mannichfach abweichend gestalten werden.

In die erste Classe bringe ich die Mißbildungen, denen zur Realisation der Idee ihrer Gattung etwas fehlt.

In die zweite diejenigen, die etwas mehr besitzen, als ihnen der Idee ihrer Gattung nach zukommen sollte.

In die dritte diejenigen, deren Bildung der Idee ihrer Gattung nicht entspricht, obgleich ihnen weder etwas fehlt, noch etwas zuviel zukommt, die dagegen in ihrer Bildung wenigstens oft der Idee einer andern Gattung entsprechen.

Indem ich dabei die Hauptformen der in eine jede dieser Classen und ihre Unterabtheilungen gehörigen Formen namhaft machen und kurz bezeichnen werde, kann eine genauere Beschreibung derselben nicht in gegenwärtigem Plane liegen. Doch will ich kurz, wo es mir möglich ist, die nach unserm jetzigen Standpunkte der Entwicklungsgeschichte wahrscheinlichste physiologische Erklärung dieser Formen hinzufügen, wodurch dieser Ueberblick vielleicht einen ihn vor anderen der Art auszeichnenden Werth erhält.

I. Classe.

Mißbildungen, denen zur Realisation der Idee ihrer Gattung etwas fehlt.

Die Ursachen, welche die in diese Classe gehörigen Mißbildungen hervorbringen, können sehr verschieden sein. In vielen Fällen sind wir gewiß genöthigt und berechtigt, sie als Producte einer unvollkommnen Zeugung zu betrachten, liege nun die Ursache in einer unvollkommnen Eibildung oder mangelhafter Beschaffenheit des Samens. Das zur Zeit noch größtentheils Hypothetische dieser Annahme nöthigt uns aber, mit ihr im concreten Falle so sparsam als möglich zu sein, und wo möglich andere Ursachen geltend zu machen: vor Allem Unterbrechung in der Ausscheidung eines Organes aus dem Keime, oder Hemmung in seiner Entwicklung durch einen äußern Einfluß, z. B. Affecte der Mutter: Zerstörung des bereits in der Entwicklung begriffenen Organes durch Krankheit, besonders durch Wasseransammlung: endlich Zerstörung eines Organes durch mechanische Einwirkung, z. B. Amputation einer Gliedmaße durch den Nabelstrang oder abnorm entwickelte Stränge innerhalb des Eies 2c. Es wird zur Zeit meistens noch sehr schwer sein, die eine oder die andere dieser Ursachen mit Sicherheit nachzuweisen, und sich gewöhnlich nur eine größere Wahrscheinlichkeit herausstellen lassen.

Es lassen sich in dieser Classe verschiedene Ordnungen aufstellen, je nach dem besondern Charakter des Mangels, den die Mißbildung darbietet.

1. Ordnung. Defecte im engern Sinne.

Es fehlt irgend ein Theil des Körpers und man hat schon fast jeden bei sonstiger Integrität des Körpers fehlen sehen, so wie auch schon fast alle, wenigstens als einzelne Glieder auftretenden Theile für sich sind geboren worden. Oft hat man diese Mißbildungen auch insgesammt als Acephalen bezeichnet, was aber, obgleich Mißbildungen mit mehr oder weniger mangelhaft entwickeltem Kopfe die häufigsten sind, doch so wenig richtig ist, daß man selbst schon einen Kopf allein ausgebildet gesehen hat. Trotz der großen Mannichfaltigkeit der Bildungen herrscht indessen in ihnen doch eine gewisse Uebereinstimmung und etwas Gesetzmäßiges, in Folge dessen mit Fehlen eines Theiles meistens auch das Fehlen eines andern verknüpft ist. So

z. B. fehlt bei Mangel des Gehirns fast immer auch das Herz, meistens auch die Lungen, Leber, Milz und Pancreas, sehr oft die Nieren und Nebennieren rc. Dieses ist allerdings sehr zu beachten, und deutet auf gewisse Bildungsgesetze, die wir indessen noch keineswegs ermittelt haben. So z. B. nimmt gerade in diesen Fällen das Gehirn aus einem entschieden andern Gebilde des Keimes, aus dem animalen Blatte, seinen Ursprung, als jene Organe der Brust- und Bauchhöhle, die sich im Gefäß- und vegetativen Blatte entwickeln. Auch ist es durchaus ungerechtfertigt, eine functionelle Abhängigkeit der genannten Organe, wovon ihre Entwicklung abhängig wäre, anzunehmen, und wir müssen uns einstweilen begnügen, hier das Gesetzmäßige anzuerkennen, ohne daß wir das Gesetz selbst auch nur ahnen.

Ich gehe die vorzüglichsten Arten der in diese Ordnung gehörigen Mißbildungen nach Gurlt[1]) durch.

1. Amorphus s. Anideus. Eine gestaltlose Mißbildung aus Haut, Fett und einigen Knochen bestehend, einmal beim Menschen, dreimal bei Kühen beobachtet, immer zugleich mit einem regelmäßigen Zwilling, wird wohl am geeignetsten aus einer frühzeitigen Zerstörung eines regelmäßigen Keimes, der durch den Zwilling beeinträchtigt war, erklärt.

2. Acephalus. Der Kopf fehlt ganz, der übrige Körper ist mehr oder weniger unvollständig, so daß selbst nur ein Bein, beide Beine mit einem Beckenrudiment u. s. w. vorhanden sind. Auch die hierhergehörigen Mißbildungen waren meistens Zwillinge. Auch sie verdanken wohl meist einer Zerstörung und Beeinträchtigung des Keimes durch den Zwilling ihre Entstehung. Indessen konnte auch frühe Wassersucht der Medullarröhre und Zerstörung derselben, besonders der Gehirnzellen, wenigstens die Veranlassung gegeben haben.

3. Pseudacephalus, Paracephalus. Es ist nur ein Kopfrudiment vorhanden, der übrige Körper entweder mehr oder weniger mangelhaft, oder auch vollständig. Auch sie sind meist Zwillinge. Die Entstehungsweise ist wohl wie bei dem Vorigen, nur gewiß noch öfter, in früher Gehirnwassersucht gelegen.

4. Aprosopus. Das Gesicht, namentlich Augen, Nasen und Mund fehlen, die Ohren stehen vorn oder oben verschmolzen, immer ist auch das Gehirn sehr mangelhaft entwickelt. Auch hier fand wahrscheinlich eine Zerstörung, ein Aufplatzen der Medullarröhre, und auch der Rückenplatten in ihrem vordersten Theile in früher Zeit Statt. Dadurch entwickelten sich die Vorderhirnzelle mit Augen und Nase, so wie auch die oberen Bogenstücke der Kopfwirbel, Scheitelbeine, Stirnbeine, nicht, während die Schläfenbeine sich zur Schließung der Wirbel gegen einander neigten. Auch die vordersten Visceralbogen entwickelten sich in Folge davon wahrscheinlich nicht, daher fehlt der Unterkiefer und die Gesichtsknochen, und die äußeren Ohren, hervorgehend aus dem zweiten und dritten Visceralbogen, rücken vorn zusammen.

5. Microcephalus. Zu kleiner unvollständiger Kopf, vielleicht ohne Noth von Gurlt von dem Vorigen getrennt, denn auch hier fehlt der größte Theil des Gehirns, Auge und Nase, der größte Theil der Schädel- und Gesichtsknochen und nur der Unterkiefer ist noch vorhanden, zum Zeichen, daß sich auch der erste Visceralbogen entwickelt und erhalten hat.

6. Anophthalmus. Fehlen der Augen. Wohl in der Regel in einer, wahrscheinlich wassersüchtigen Zerstörung der Augenblasen begründet,

---

[1]) Encyclopäd. Wörterb. Bd. XXIV. S. 14 u. folgende.

da die Sehnerven meist rudimentär vorhanden sind, was eine ursprüngliche Entwicklung dieser Augenblasen anzeigt.

7. Mangel der Augenlider. Eine Bildungshemmung, da dieselben sich erst in späterer Zeit entwickeln.

8. Mangel der Iris. Ebenfalls eine Bildungshemmung, da die Iris anfangs fehlt und durch den vordern Rand der Chorioidea ersetzt wird.

9. Anotus. Fehlen der äußeren Ohren, begründet in einer mangelhaften Entwicklung des äußern Theiles der ersten Visceralspalte.

10. Brachyrhynchus. Zu kurze Schnauze; begründet in einem Fehlen der Zwischenkiefer, die sich aus der vordersten Spitze der Balkenfortsätze, der Belegungsmasse der Chorda dorsalis hätten entwickeln sollen.

11. Brachygnathus. Der Unterkiefer ist zu kurz. Bildungshemmung des ersten Visceralbogens.

12 Acormus. Der seltene, nur viermal beobachtete Fall, wo zugleich mit einem oder zwei regelmäßigen Zwillingen nur ein Kopf, allerdings ebenfalls in rudimentärem Zustande geboren wurde. Die Erklärung einer mechanischen Beeinträchtigung der Entwicklung und Zerstörung durch den oder die anderen Fötus ist hier die allein wahrscheinliche.

13. Oligospondylus. Es fehlen einige Wirbel. Dieses muß entweder als eine Abweichung der ursprünglichen Keimbildung, oder als eine Verschmelzung der Rudimente zweier oder mehrer Wirbel betrachtet werden.

14. Acercus. Die Schwanzwirbel fehlen. Eine Hemmung in der Entwicklung dieser zuletzt sich im Keime ausscheidenden Bildung ist hier die wahrscheinliche Ursache.

15. Anaedoeus. Die Geschlechtsorgane fehlen entweder alle, oder nur die äußeren. Auch dieses ist eine Bildungshemmung, durch welche diese Theile gar nicht aus dem Keime ausgeschieden werden.

16. Peromelus und 19. Micromelus. Die Gliedmaßen fehlen oder sind verstümmelt. Auch dieses ist wohl in der Regel eine Bildungshemmung, doch können auch mechanische Einwirkungen, Abschnürung der Glieder die Ursache sein. Ueber den Grad des Mangels wird die Zeit der eingetretenen Bildungshemmung entscheiden. Im Anfange fehlen die Extremitäten ganz; dann erscheint ein Rudiment für die ganze Extremität; dieses scheidet sich in Ober- und Unter-Arm oder -Schenkel, dann das untere Stück in Hand und Vorderarm und Fuß und Unterschenkel.

17. Phocomelus. Mißgeburt mit Robbengliedern; die Hände sitzen an den Schultern, die Füße am Becken; die zwischenliegenden Theile fehlen oder sind nur rudimentär vorhanden. Ist auch eine Hemmungsbildung, oft vielleicht durch wassersüchtige Zerstörung des Gehirns und Rückenmarks bedingt.

18. Perosomus. Verunstaltung des ganzen Körpers auf mannichfache Weise, durch Fehlen einzelner Theile, vorzüglich bei Thieren beobachtet. Wahrscheinlich sind diese Mißbildungen meist durch Beengung des Raums hervorgebracht, wodurch die Entwicklung gestört und gehemmt wird.

19. Endlich fehlen zuweilen einzelne Organe der Brust- und Bauchhöhle, die Leber, die Thymus &c., was entweder als reine Bildungshemmung, oder als Product einer krankhaften Zerstörung betrachtet werden muß.

2. Ordnung. Mißbildung durch Kleinheit der Theile.

Hierhin gehört die Zwergbildung, Nanus, die Kleinheit der Augen, Microphthalmus u. a., welche wohl gewöhnlich in einer ursprünglichen Abweichung des Keimes, oft aber wohl auch in einer Bildungshemmung, durch mangelhafte Ernährung, mechanische Beeinträchtigung &c. begründet sind.

3. Ordnung. Mißbildung durch Verschmelzung, Symphysis.

1. Cyclopia. Mißbildungen mit einem oder mit verschmolzenen Augen an der Stirn. Kommt in fast allen Graden der Verschmelzung beider Augen zu einem einzigen vor. Die Nase fehlt und statt deren findet sich meist ein Rüssel. Siebbeine, Nasenbeine, Thränenbeine, Muscheln, Pflugschaar, Zwischenkiefer, oft auch Oberkiefer, Gaumenbeine, Flügelfortsätze fehlen; der vordere Theil des Gehirns ist immer mangelhaft entwickelt. Diese Mißbildung hat man nach der Ansicht von Huschke, daß beide Augen sich ursprünglich aus einem Urrudimente entwickeln, welches durch die dazwischen tretenden Theile der Nase und des Gesichts in zweie getrennt werde, bis jetzt meist so erklärt, daß eine Bildungshemmung dieser letzteren Theile auch die Nichttrennung der Augen veranlasse. Da ich aber jener Ansicht nicht beitreten kann, sondern mich überzeugt habe, daß beide Augen von Anfang an getrennt aus der vordersten primitiven Hirnzelle hervorbrechen, so muß ich in einer Bildungshemmung dieser letztern, durch welche diese Augenrudimente zu sehr zusammenrücken und verschmelzen, die Ursache der Cyclopie sehen. Die mangelhafte Entwicklung der Hirnzelle hat auch eine mangelhafte Entwicklung der vordersten Partie der Belegungsmasse der Chorda dorsalis und oft auch des vordern Fortsatzes des ersten Visceralbogens zur Folge, welche das Fehlen der Gesichtsknochen bedingt.

2. Monotia s. Agnathus s. Otocephalus. Die beiden Ohren rücken unter dem Schädel mehr oder weniger nahe zusammen und verschmelzen mit einander; der Unterkiefer fehlt, Oberkiefer, Jochbeine, Gaumenbeine, Flügelfortsätze fehlen entweder ebenfalls oder sind mangelhaft entwickelt, der Mund fehlt oder ist sehr klein. Diese Mißbildung halte ich für begründet in einer Bildungshemmung vorzüglich des ersten Visceralbogens, wodurch alle jene Knochen sich nicht oder mangelhaft entwickeln, und daher die Ohren unter dem Schädel mehr oder weniger zusammenrücken. Wären auch die inneren Gehörorgane mit dabei betheiligt, so würde der Grund dafür in einer mangelhaften Entwicklung der dritten primitiven Hirnzelle (vereinigtes Hinterhirn und Nachhirn) zu suchen sein.

3. Monopodia, Sirenenmißbildung. Die beiden unteren Extremitäten sind unter mehr oder weniger vollständiger Entwicklung ihrer einzelnen Theile mit einander verschmolzen. Das Becken, die Geschlechts- und Harnwerkzeuge fehlen, oder sind mangelhaft, der After fehlt immer. Auch dieses ist keine Bildungshemmung in der Art, daß das ursprünglich Einfache nicht geschieden wäre, denn die Keime für beide unteren Extremitäten entwickeln sich jeder für sich; sondern die Mißbildung ist begründet in einer mangelhaften Entwicklung des untern Rumpfendes und seiner Organe, so daß diese Keime zu sehr an einander rücken und in einander fließen.

Die drei hier angeführten Mißbildungen können ebenso gut auch in die erste Ordnung gebracht werden, da bei ihnen Theile fehlen, und dadurch ihre äußere Erscheinung bedingt ist. Da diese indessen das Auffallendere ist, so betrachtet man sie gewöhnlich zusammen in einer gesonderten Abtheilung.

4. Syndactylus. Die Finger und Zehen sind mehr oder weniger unvollständig getrennt. Dieses ist wenigstens unzweifelhaft Folge einer Bildungshemmung, da der Keim für Hand und Fuß, schon wenn er deutlich als solcher erkennbar ist, anfangs keine Spaltung in Finger und Zehen zeigt. Ich wüßte nicht, daß es durch irgend eine Beobachtung näher erwie-

sen wäre, daß diese Mißbildung durch (entzündliche) Wiederverwachsung der getrennt gewesenen Phalangen entstanden sei.

5. Verschmelzung der Nieren, Hoden oder Eierstöcke ist keine Bildungshemmung, da auch diese Organe nicht aus einem einfachen Keime hervorgehen, sondern wahrscheinlich ebenfalls in einer mangelhaften Entwicklung der zwischenliegenden Gebilde begründet, wodurch Verschmelzung der Keime veranlaßt wird.

4. Ordnung. Atresien.

1. Atresia palpebrarum. Die Augenlider sollen gegen Ende des dritten, anfangs des vierten Monates normal mit einander verwachsen, und sich später wieder lösen. Bleibt es bei der Verwachsung, so ist dieses eine Bildungshemmung.

2. Atresia oris. Im vierten Monate sollen nach Burdach die Lippen mit einander verwachsen und den Mund schließen bis zum sechsten, wo sie sich wieder trennen. Doch könnte die Mißbildung auch einen andern Grund haben. Sehr früh neigen sich die Visceralränder des animalen Blattes nach unten gegen einander und bilden durch Vereinigung die Visceralhöhle des Embryo's. Rathke hat die verbindende Masse »untere Vereinigungshaut« genannt. Wenn oben die Visceralbogen hervorbrechen, entsteht erst der obere Eingang in den Nahrungskanal und noch später der Mund. Die Atresie könnte in einem Verharren der Vereinigungshaut ihren Grund haben. In beiden Fällen wäre sie eine Bildungshemmung.

3. Atresia pupillae. Die Pupille ist bis zum siebenten Monate von einer feinen Gefäßhaut der Membrana pupillaris, dem vordern Abschnitt eines die Linse und Linsenkapsel umschließenden Gefäßsackes, verschlossen. Ihr Bestehenbleiben bedingt die Atresia pupillae.

4. Atresia nasi. Auch die Nase soll sich nach Burdach in der fünften Woche mit einem sackartigen Pfropfe schließen, welcher normal im fünften Monate wieder schwindet. Sein Verbleiben würde obige Mißbildung veranlassen.

5. Atresia auris externae. Der äußere Gehörgang entwickelt sich aus dem hintern obern Theile der ersten Visceralspalte. Er ist überhaupt noch bis zur Geburt wenig entwickelt. Eine geringe Bildungsabweichung kann leicht zu einer Verschließung Veranlassung geben, obgleich sie zu keiner Zeit normal ist.

6. Atresia ani. Der After ist anfangs nicht vorhanden, auch wenn sich der Enddarm schon gebildet hat. Ein Stehenbleiben auf dieser Stufe würde aber zugleich eine Verschließung der Harn- und Genitalorgane bedingen, da sich deren äußere Oeffnungen alle aus der primären Oeffnung des Enddarmes, einer Cloake, entwickeln. Ist also der After allein verschlossen, so muß dieses in einer spätern Zeit, wenn die Scheidung schon erfolgt ist, begründet sein. Auch giebt man an, daß dieses für eine Zeitlang normal erfolgen soll, wovon ich mich bis jetzt noch nicht überzeugen konnte.

7. Atresia vulvae. Diese wird wahrscheinlich dadurch hervorgebracht, daß auch bei dem weiblichen Geschlechte sich die wulstigen Ränder der äußern Oeffnung des Canalis urogenitalis an einander legen und mit einander verwachsen, wie es in der Regel nur bei dem männlichen Geschlechte zur Bildung des Hodensackes erfolgt. Wenn der After zugleich fehlt, so ist die Bildung die vorhin erwähnte: Nichtentwicklung der Cloakenöffnung. (Siehe auch unter Zwitterbildungen.)

8. Atresia vaginae. In der Regel durch eine zu starke Entwicklung des Hymens bedingt.

9. Atresia uteri. Diese läßt sich nicht aus der Entwicklungsweise des Uterus, soweit dieselbe bekannt, erklären, und muß als eine Anomalie der Bildung betrachtet oder von entzündlicher Verwachsung abgeleitet werden.

10. Atresia urethrae. Ist bei dem männlichen Geschlechte eine Bildungshemmung, denn die Furche an dem Gliede, aus welcher sich die Harnröhre entwickelt, erstreckt sich nicht auf die Eichel. Im vierten Monate wird normal die Eichel durchbohrt, und ihr Undurchbohrtsein ist also in einer Hemmung dieses Vorganges begründet.

5. Ordnung. Spaltbildungen.

Eine große Zahl von Mißbildungen haben darin ihren gemeinschaftlichen Ursprung, daß der Keim ursprünglich ein flächenhaftes membranöses Gebilde ist, aus welchem sich Höhlen oder Röhren dadurch entwickeln, daß sich die Ränder des Keimes gegen einander neigen und mit einander vereinigen, indem sie dabei eine Höhle in sich einschließen. So entwickelt das animale Blatt des Keimes zwei solche Höhlen oder Röhren, eines zur Einschließung des Centralnervensystems, Gehirn und Rückenmark, ein zweites zur Einschließung der sogenannten Eingeweide an Hals, Brust und Bauch. Die sich gegen einander neigenden Ränder zur Bildung der Schädel- und Rückgradhöhle hat man die Rücken- oder Dorsalplatten genannt, die zur Bildung der Mund-, Brust- und Bauchhöhle bestimmten die Bauch- oder Visceralplatten. Indem nun die Vereinigung der Ränder dieser Platten nicht oder nur unvollständig erfolgt, oder nachdem die Vereinigung eingetreten, durch irgend eine Ursache, in der Regel Wasseransammlung in der gebildeten Höhle, eine abermalige Trennung sich entwickelt, so entsteht daraus eine große Anzahl von Mißbildungen, die sich zunächst eben durch Spaltung der hinteren und vorderen Mittellinien des Körpers charakterisiren, zugleich aber auch meistens mit Zerstörung oder wenigstens Vorfall der einzuschließenden Organe begleitet sind. Hierher gehört:

die Schädelspalte, Hemicephalia;
die Rückgradspalte, Spina bifida;
die Spaltung des Antlitzes;
die Spaltung der Wangen;
die Spaltung des Gaumens;
die Spaltung der Oberlippen;
die Spaltung der Zunge;
die Spaltung an der Brust;
die Spaltung am Bauche;
die Spaltung am Becken, letztere namentlich auch erscheinend als Spaltung der Harnblase, Prolapsus vesicae urinariae und Spaltung des Penis an seiner obern Seite, Epispadia.

Auf gleiche Weise entwickelt sich auch das Darmrohr aus einem flächenhaften Gebilde, dem vereinigten Gefäß und vegetativen Blatte, indem sich durch dasselbe vor der Wirbelsäule eine Rinne entwickelt, die dann durch Aneinanderlegen ihrer Ränder das Darmrohr erzeugt. Darin liegt es begründet, daß auch an dem Darm, dem Magen, Spalten vorkommen können, die sonach als Hemmungsbildungen betrachtet werden müssen.

Andere Spaltbildungen haben ihren Grund in der Nichtschließung gewisser Spalten, die bei der normalen Bildung gewisser Theile vorkommen, sich aber nicht zur rechten Zeit schließen. Dahin gehört:

Die Spaltung der Chorioidea und der Iris. Coloboma iridis.

Bei den Embryonen aller Wirbelthiere findet man in früher Zeit an dem innern untern Augenwinkel einen schmalen pigmentlosen Streifen in der Chorioidea. Er verschwindet gewöhnlich schon, ehe die Iris gebildet wird. Bleibt er aber bis über diese Zeit, so setzt er sich häufig auch durch die Iris fort, und man bemerkt ihn dann noch nach der Geburt. Ich glaube mich überzeugt zu haben, daß diese Bildung ihren Grund in der Art und Weise hat, wie Sehnerve und Bulbus sich aus der ursprünglichen Augenblase scheiden. Der Sehnerve geht dann durch einen Spalt an dem innern untern Rande in die Retina über, und an dieser Stelle wird kein Pigment abgelagert. Nach und nach zieht er sich mehr in den Hintergrund gegen die Axe des Bulbus zurück, und in gleichem Grade schreitet vorn die Bildung der Chorioidea und die Pigmentablagerung fort. Ist dieses nicht erfolgt, wenn die Iris erscheint, so setzt sich der Mangel auf diese fort. Das Coloboma iridis ist daher eine in einer Bildungshemmung der ganzen Ausbildung des Auges begründete Mißbildung.

Spaltung an der Seite des Halses, Fistula colli congenita. Ist begründet in der Bildungsweise der Visceralhöhle des Kopfes. Die Visceralränder des animalen Blattes wachsen hier nicht in einem Continuum nach unten gegen einander, um die Visceralhöhle zu bilden, sondern in Streifen, den sogenannten Visceral- und Kiemenbogen, zwischen denen sich Spalten, die Visceral- oder Kiemenspalten, finden. Diese schließen sich normal schon sehr früh; bleiben sie, so bilden sie obige sehr seltene Mißbildung.

Spaltung der Harnröhre und des Hodensackes, Hypospadia, in verschiedenen Graden der Ausbildung. An der untern Seite des Penis-Rudimentes zieht sich in früher Zeit eine Furche bis zu der gemeinschaftlichen Oeffnung der Harnwerkzeuge und Genitalien hin. Bei dem männlichen Geschlechte legen sich die Ränder dieser Spalte später an einander, verwachsen in einer Nath und bilden hier den Hodensack und die Harnröhre. Erfolgt dieses nur unvollständig oder gar nicht, so entsteht obiger Bildungsfehler, der, wenn der Penis zugleich sehr kurz ist und die Hoden in der Bauchhöhle geblieben sind, zugleich den Anschein weiblicher Bildung, eine Form des Pseudoheromaphroditismus bedingen kann. Hieran schließt sich am besten an:

Die Cloakbildung oder das Zusammenfallen des Afters und der äußern Mündung der Harn- und Geschlechtsorgane. Sie ist in früher Zeit normal, und kann daher durch eine Hemmung in der Entwicklung constant werden. Bei dem männlichen Geschlechte ist sie nothwendig immer mit Hypospadia, meist auch mit Cryptorchismus verbunden.

Zu den Spaltbildungen können wir drittens auch noch das Bestehenbleiben gewisser Communicationsöffnungen zwischen später getrennt sein sollenden Theilen und das Offenbleiben gwisser Kanäle rechnen. Dahin gehören:

Mangelhafte Entwicklung der Scheidewand der Herzkammern und Vorkammern, letzteres das sogenannte Offenbleiben des Foraminis ovalis. Diese Scheidewände bilden sich erst allmälig in dem Herzen, die der Vorhöfe erst vollständig nach der Geburt. Durch eine Bildungshemmung können sie mehr oder weniger fehlen, und bedingen in der Regel Blausucht. Die mangelhafte Entwicklung der Scheidewand der Kammer veranlaßt dann die Bildung des Herzens der Fische und Reptilien, mit Ausnahme der Crocodile. Besonders groß ist gewöhnlich die Aehnlichkeit

mit dem Herzen der Schlangen und Schildkröten. Die Scheidewand der Vorhöfe findet sich vorzüglich nur bei den Fischen nicht.

Ferner Offenbleiben des Processus vaginalis peritonaei, wodurch gewöhnlich entweder Hernia oder Hydrocele congenita veranlaßt wird. In der Regel verschließt sich der Leistenkanal sogleich, wenn der Hoden im siebenten Monate aus der Bauchhöhle herabgestiegen ist und einen Fortsatz des Bauchfelles mit sich genommen hat. Zuweilen erfolgt diese Schließung indessen durch eine Bildungshemmung nicht.

Offenbleiben des Urachus, so daß der Urin aus dem Nabel ausfließen kann. Urachus und Harnblase sind die innerhalb des Embryo's befindlichen Theile der Allantois, welche die Nabelgefäße aus dem Embryo an die äußere Eihaut zur Bildung der Placenta gebracht hat. Sie verschließt sich und verschwindet in der Regel bei dem menschlichen Embryo in ihrem außerhalb des Nabels gelegenen Theile sehr früh. Der innerhalb gelegene entwickelt sich zur Harnblase in seiner untersten Partie, und der von dieser zum Nabel gehende schnürt sich strangartig zusammen zum Urachus. Es ist also eine Bildungshemmung, wenn letzterer offen bleibt.

Offenbleiben des Ductus venosus Arantii. Das sogenante Gefäß ist ursprünglich der sich mit der untern Hohlvene verbindende Stamm der Nabelvene. Später, wenn sich die Pfortader entwickelt hat, und die Nabelvene durch Anastomosen mit dieser ihr Blut größtentheils in die Leber sendet, erscheint jener Stamm mehr als ein Verbindungsast zwischen Pfortader und Nabelvene einer- und Hohlvene andererseits. Nach der Geburt und nach Aufhören des Placentarkreislaufs schließt sich dieses Gefäß gleichfalls. Durch eine Bildungshemmung kann es offen bleiben und dann wird nicht alles Blut der Pfortader in die Leber, sondern ein Theil an ihr vorbei direct in die untere Hohlvene, eben durch den Ductus venosus, gehen.

Endlich kommt noch eine Spaltung der Gliedmaßen, Schistomelus vor, welche gewöhnlich zwischen dem dritten und vierten Finger oder Zehen, bis an die Hand- oder Fußwurzel geht. Dieses ist keine Bildungshemmung, sondern wahrscheinlich von äußeren Ursachen abzuleiten, Gurlt meint: von einer Adhäsion an dem Amnion, wie er es einmal bei einem Hundefötus gefunden habe.

II. Classe.

Mißbildungen, die etwas mehr besitzen, als ihnen der Idee ihrer Gattung nach zukommen sollte.

In diese Classe rechne ich alle die Mißbildungen, welche irgend etwas mehr besitzen, als einem vollkommnen Individuum ihrer Gattung zukommt. Hier findet sich denn eine ganz allmälige Steigerung von der Ueberzahl eines Knochens, eines Fingers, bis zur Entwicklung zweier vollständiger Individuen, die nur noch an irgend einer Stelle ihres Körpers mit einander verbunden sind. Die Reihe, in der diese Vermehrung erfolgt, ist eine so vollständige und allmälige, daß es mir schon aus anatomischem Gesichtspunkte ganz unmöglich erscheint, unter den hierher gehörigen Bildungen eine Trennung zu machen, wie dieses Breschet und Gurlt gethan haben, indem sie Bildungen, bei denen sich nur einzelne überzählige Theile bei einfachem Kopfe und Rumpfe finden, von denen trennen, bei welchen auch letztere doppelt sind, und diese Zwillingsmißbildungen nennen. Das physiologische

Princip haben wir aber bereits überhaupt als Eintheilungsprincip verwerfen müssen, und ich will hier nur nochmals erwähnen, daß anatomischer Exceß, wie wir ihn hier vor Augen haben, nicht immer durch Exceß der Bildungsthätigkeit, sondern selbst durch einen Mangel, eine Hemmung derselben, herbeigeführt worden sein kann.

Außerdem aber glaube ich auch das physiologische Princip, welches man hier zur Begründung der Trennung aufgestellt hat, verwerfen zu müssen. Man will nämlich nur bei den Mißbildungen der ersten Art mit einfachem Kopfe und Stamme einen Exceß der bildenden Thätigkeit zugeben, wodurch einzelne Theile überzählig gebildet werden: bei den eigentlich sogenannten Zwillingsbildungen aber glaubt man ursprünglich doppelte Keime annehmen zu müssen, die verschmolzen seien, so daß also bei ihnen eigentlich ein Mangel an Bildungsthätigkeit gegeben sei, indem jeder Keim für sich nur mangelhaft entwickelt erscheine.

Der Streit über die letztere Frage ist einer der ältesten mit wissenschaftlichen Waffen über die Mißbildungen geführten. Duverney [1]) und Winslow [2]) einerseits, und Lemery [3]) andererseits vertheidigten, jene die Begründung der Doppelmißbildungen in fehlerhaft gebildeten Keimen, dieser in einer Verschmelzung und Verwachsung zweier normaler Keime. Letztere Ansicht fand viele Anhänger, außer den genannten Breschet und Gurlt noch Chaussier und Adelon [4]). Treviranus [5]), C. F. Wolff [6]) und Barkow [7]), halten beide Ansichten für verschiedene Fälle für richtig. Haller [8]) dagegen neigte sich mehr auf die Seite Winslow's, und endlich glaube ich, daß Meckel [9]) die Unmöglichkeit und Unwahrscheinlichkeit einer Verschmelzung mit zureichenden Gründen dargethan hat; wie sich dieser Ansicht denn auch die meisten neueren und genauesten Bearbeiter der Entwicklungsgeschichte, z. B. v. Bär, angeschlossen haben.

Zur Begründung derselben müssen wir auch hier zuerst das schon oben Hervorgehobene geltend machen: daß die Bildungen mit Ueberzahl von der Ueberzahl eines Nagelgliedes an bis zur Ausbildung zweier vollständiger nur an einem Punkte vereinigter Embryonen, eine so vollständige und ununterbrochene Reihe bilden, daß man nur mit dem größten Zwange für die Entstehung der einen eine ganz andere Ursache (nämlich Uebermaß in der Bildungsthätigkeit), als für die andere (nämlich Verschmelzung mit Mangel der Bildungsthätigkeit) annehmen kann. Doch wird Niemand behaupten können, daß ein überzähliges Nagelglied oder Finger durch Verschmelzung zweier Embryonen könne entstanden sein.

Zweitens. Immer und in allen Fällen hängen bei Doppelmißbildungen nur die gleichnamigen Organe, Systeme und Theile zusammen, sowohl die inneren als äußeren. Immer sind Brust mit Brust, Bauch mit Bauch, Kopf mit Kopf, Steiß mit Steiß mit einander verwachsen; immer zeigen nur Gehirn und Gehirn, Gefäße und Gefäße, die Darmkanäle ꝛc. die Verschmelzungen, nie sind die Luftröhre mit der Speiseröhre, Nerven mit Gefäßen, Knochen mit Muskeln ꝛc. mit einander verschmolzen. Ist die-

---

[1]) Mém. de l'acad. des sc. 1706.
[2]) Ibid. 1723 u. 1743. [3]) Ibid. 1738.
[4]) Dictionaire des sc. méd. Vol. XXXIV p. 249.
[5]) Biologie III. S. 443.
[6]) De ortu monstrorum. N. Comment. Petrop. XVII p. 580.
[7]) Monstra animalium duplicia T. II p. 181. [8]) De monstris. III. q. 152.
[9]) Path. Anat. I S. 26. u. ff. und: De duplicitate monstrosa. Pars prima.

ses bei einer immer nur zufälligen, durch äußere Ursachen veranlaßten Verschmelzung und Verwachsung irgend denkbar und erklärbar?

Drittens. Doppelmißbildungen zeigen meistens eine durch die ganze Organisation durchgreifende, nicht bloß auf die unter einander verbundenen Theile sich erstreckende Veränderung. Würde eine zufällige Verschmelzung und Verwachsung solche bedingen können?

Viertens. Diese Doppelmißbildungen kommen ebenfalls in großer Uebereinstimmung und Aehnlichkeit immer wieder vor. Sollten sich äußere Ursachen hierzu immer wieder auf dieselbe Weise combiniren?

Fünftens. Auch Doppelmißbildungen kehren öfter bei derselben Mutter wieder und sind erblich. Daß hier eine bleibende äußere Ursache für die Verschmelzung etwa in der Organisation der Geschlechtstheile der Mutter sich finde, ist nirgends erwiesen, und höchst unwahrscheinlich.

Sechstens. Zu keiner Zeit der Entwicklung ist eine mechanische Verschmelzung der Eier und Embryonen irgend wahrscheinlich zu machen. Immer hat man sich schon dabei auf die frühesten Zeiten berufen, wo man sich dachte, daß die weichen Keime leicht in einander verschmelzen könnten, z. B. bei dem Durchgange durch die engen Eileiter. Allein wir kennen jetzt die Beschaffenheit und früheste Entwicklung der Eier besser, und finden in ihnen die höchste Unwahrscheinlichkeit für eine solche Verschmelzung. Die Zona pellucida, oder die äußere Eihaut, die das Ei umschließt, ist im höchsten Grade ungeeignet dazu, und es wird und kann nie gelingen, zwei Ovula so zusammenzudrücken, daß ihre Dotter oder ihre Keimblasen, oder die Fruchthöfe der letzteren zusammenflößen. Die kleinen Eier erleiden in den Eileitern und dem Uterus, so eng sie sein mögen, keinerlei Gefahr der Art, und liegen bei mehrgebärenden Thieren immer sehr dicht und friedlich bei einander, ohne sich zu gefährden. Sind aber die Embryonen auch nur eben entwickelt, so ist die Verschmelzung an und für sich nicht mehr denkbar und sie sind sogleich in das Amnion eingehüllt, eine Hülle, die gefäßlos, es als specifischen Charakter aufweisen kann, daß sie keine Neigung zu Abhäsionen hat. Sie müßte zuvor durchbrochen sein, ehe sich die Embryonen einander berühren könnten; denn die Fälle, wo Zwillinge in einem Amnion sich befinden, sind zu selten und selbst schwierig zu erklären [1]), als daß man sich auf sie berufen könnte. Wie gering die Neigung zur Verwachsung unter verschiedenen Embryonen ist, zeigen die Fälle von Zwillingen, wo wegen Beengung des Raumes der eine fast ganz platt gedrückt war und doch keine Verwachsung sich entwickelt hatte. Kurz ich kann nur sagen, daß gerade, weil ich mich so genau mit der ersten Entwicklung der Eier beschäftigt habe, ich es für durchaus unwahrscheinlich halte, daß je eine Beschmelzung zweier Eier sollte stattfinden können.

Somit halte ich es denn auch für unmöglich, weder aus anatomischem noch physiologischem Gesichtspunkte, die Mißbildungen mit Ueberzahl der Theile irgend von einander zu trennen, und es bleibt daher zunächst nur noch zu erörtern, auf welche Weise der Ursprung derselben am wahrscheinlichsten zu erklären ist.

Hier nun stehe ich nicht an, zuerst wieder auf eine ursprünglich abweichende Bildung des Eies, vielleicht schon im unbefruchteten Zustande zurückkehren, obgleich selbst Meckel diese Ansicht fallen ließ. Allerdings glaube ich selbst, daß diese Ursache nur für die vollkommneren Doppelbildungen geltend gemacht werden darf, und es unwahrscheinlich wäre, einen

[1]) Siehe meine Entwicklungsgeschichte. S. 151.

überzähligen Finger oder Extremität in einer abweichenden Bildung des Eies schon begründet zu vermeinen. Allein ich habe schon oben erwähnt und daran erinnert, wie es Eier mit doppeltem Dotter giebt, und mitgetheilt, daß ich auch unbefruchtete und befruchtete Eier gesehen habe, in welchen sich eine beginnende Doppelheit des Dotters aussprach, so daß hierdurch, wie durch das Factum der Wiederkehr der Doppelbildungen bei derselben Mutter, so wie durch die Erblichkeit derselben, die Annahme einer ursprünglichen Begründung derselben im Keime vollkommen gerechtfertigt erscheint.

Man hat ferner schon früher eine ungewöhnliche Energie der Bildungsthätigkeit in dem Keime angenommen, durch welche aus demselben sich mehr Theile entwickeln können, als der Idee der Gattung nach ihm zukämen. Man hat an die bekannten Thatsachen der Regeneration und der Vervielfältigung niederer Organismen erinnert. Man weiß, daß Thiere einzelne Theile verlieren können und sie nicht nur wieder ersetzen, sondern sogar überzählig wieder ersetzen. Regenerirte Vorderfüße der Salamander haben zuweilen 5 Zehen statt der normalen 4. Eidechsen, die den Schwanz verloren, reproduciren zuweilen einen doppelten neuen. Ferner ist es bekannt, wie Pflanzen und niedere Thiere sich durch Knospen, Sprossen und Theilung fortpflanzen und vervielfältigen können. Hier muß die Kraft des ältern Ganzen nicht nur so groß sein, daß sie die verloren gegangenen Theile wieder ersetzen, sondern auch noch neue erzeugen kann, an denen sich selbst die ursprüngliche Kraft des Ganzen in seiner Totalität manifestiren kann. Dieses geschieht eigentlich bei jeder Zeugung, scheint aber um so leichter und auf desto einfachere Weise geschehen zu können, auf je wenigere und einfachere Theile die ursprüngliche Kraft vertheilt ist, oder wenn man will, je wenigere sich zu ihrer Manifestation mit einander verbinden müssen. In einem solchen Zustande befindet sich aber bei höheren Organismen sowohl anfangs der Keim des ganzen Wesens, als auch der Keim eines jeden Organes, dessen differente Theile sich erst durch Differenzirung der ursprünglich indifferenten Elementarzellen entwickeln. Es erscheint daher möglich, wie auch bei einem uranfänglich d. h. durch die Zeugung von Vater und Mutter nur einfach gesetzten Keime, sich durch irgend welche Umstände während der Entwicklung eine Vervielfältigung ergeben kann. Betrifft sie den ganzen Organismus, besonders Kopf und Stamm, so muß sie in frühester Zeit, wenn eben der Keim für diese noch indifferent ist, begründet werden. Betrifft sie einen einzelnen Theil z. B. eine Extremität, so muß sie sich zu einer Zeit entwickeln, wo auch der Keim für sie noch vollkommen indifferent war. In ersterer Beziehung müssen wir aber, wie ich glaube, weiter zurückgehen, als dieses Meckel gethan hat. Er meint[1], der Embryo bestehe anfangs aus zwei seitlich von einander getrennten Hälften, die sich hinten zur Bildung des Centralnervensystems, Rückens &c., vorne zur Bildung von Brust und Bauch und deren Eingeweide mit einander vereinigten. Es sei nun denkbar, daß jede dieser Hälften sich für sich entwickle, und so mehr oder weniger vollständige Doppelbildungen entständen. Ich glaube nicht, daß diese Annahme sich rechtfertigen läßt. Zu dieser Zeit sind die Theile des Keimes schon zu different, um zweien mehr oder weniger vollständigen Individuen den Ursprung zu geben. Wir haben schon das animale und vegetative Blatt getrennt, jenes für die animalen, dieses für die vegetativen Organe als Keim. Die Trennung der Rückenplatten

---

[1] Path. Anat. I. S. 40.

durch eine mittlere Linie (Rinne) ist nicht ein Zustand primärer Indifferenz, sondern bereits eingetretener Differenzirung. In dieser Rinne soll sich Gehirn und Rückenmark entwickeln. Es ist gar nicht denkbar, daß jede der beiden Hälften der Rückenplatten, die nun schon die Elemente für ganz andere zukünftige Theile enthalten, jetzt nochmals das Element für neue Partien des Centralnervensystems in sich entwickeln sollten.

Wir müssen daher weiter zurückgehen. Wir können annehmen, daß entweder, wenn die Keimblase und der Fruchthof sich bildet, gleich in diesem Augenblicke die gesteigerte Bildungsthätigkeit einen mehr oder weniger doppelten Fruchthof aus den Dotterelementen entwickelt. Oder es wäre auch noch denkbar, daß, nachdem selbst der Fruchthof sich bereits einfach gebildet, nun eine Trennung oder Spaltung in ihm einträte, wo die Indifferenz noch groß genug, um in jedem Theile noch die Differenzirung zu den ersten Bildungen des Embryo's möglich zu machen.

Es ist Schade, daß das Glück oder der Zufall noch keinem Beobachter Eier aus diesen Perioden in die Hände geführt hat, oder daß sie nicht auf dieselben geachtet, welche diesen Annahmen objective Wahrheit ertheilen könnten. Zwar haben wir mehre sehr schätzbare und wichtige Beobachtungen über Doppelbildung aus frühester Zeit, die für dieselben die größte Bedeutung haben, allein sie sind doch leider schon aus einem etwas zu vorgerückten Stadium.

So beschreibt C. F. Wolff[1]) einen Fall von einem in seinem Dotter und Eiweiße einfachen und normal großen Hühnereie, vom sechsten Tage der Bebrütung, in welchem sich zwei mit der vordern Fläche ihres Körpers einander entgegengewandte Embryonen fanden, die sich mit den Köpfen berührten, mit den Darmkanälen in dieselbe Dotterhaut übergingen, in ein und derselben venösen Figur lagen und von einem Amnion umhüllt wurden.

Noch interessanter ist die Beschreibung einer Doppelbildung beim Hühnchen von v. Bär[2]) am Anfange des dritten Tages (52—54ste Stunde). Auch hier lagen beide Embryonen in demselben durchsichtigen Hofe, welcher eine kreuzförmige Gestalt hatte. Die Embryonen waren mit dem Kopfe und zwar mit dem vordern Theile des Gehirns mit einander verwachsen, während sie mit dem hintern Theile des Körpers von einander abstanden und in der Ebene der Keimblase lagen. Die Darmplatten waren noch nicht geschlossen, ebenso auch die Bauchplatten noch nicht, und letztere gingen bei beiden Embryonen unmittelbar in einander über. Die Herzen waren doppelt. v. Bär beweiset genau, wie hier an eine Verwachsung gar nicht zu denken gewesen, sondern offenbar der Grund der Doppelbildung schon in der Keimanlage begründet sein mußte; ferner wie auch die Entwicklung aller Doppelbildungen aus zwei in einer Ebene liegenden Keimanlagen, sei die spätere Verschmelzung, welche sie auch immer wolle, erklärbar, mit Ausnahme der Verwachsung in der vollen Ausdehnung des Rückens, wovon indessen kaum hinreichend beglaubigte und genau untersuchte Beobachtungen bekannt sind.

Endlich haben wir neuerdings eine Notiz von zwei Zwillingsbildungen durch Reichert erhalten, deren genauere Beschreibung noch zu erwarten ist. Die eine, eine Zwillingsmißbildung, fand sich bei einem Hühnereie von der Mitte des dritten Tages der Bebrütung. Auch hier lagen beide Embryonen auf einer und derselben Dotterkugel, waren mit ihren Kopfenden ver-

---

[1]) Nov. Comment. Petropol. T. XIV. P. I. p. 456 seqq.
[2]) Meckel's Archiv. 1827. S. 576.

wachsen und gingen nach hinten divergirend aus einander. Beide hatten ein gemeinschaftliches hufeisenförmiges Herz und eine gemeinschaftliche Area vasculosa. — Der andere Fall betraf ein Ei eines Flußkrebses mit einer normalen Zwillingsbildung. Beide Embryonen befinden sich auch hier auf demselben Dotter einer hinter dem andern in dem (?) Durchmesser des Eichens, so zwar, daß sie das Schwanzende einander zukehren, und durch einen kleinen Zwischenraum getrennt sind. Beide Embryonen waren bis zur Anlegung der fünf Maxillen vorgeschritten, Mund und Afteröffnung angedeutet.[1])

Alle diese Fälle sind aus so früher Zeit, und doch die ganze Anordnung schon so entschieden in allen Theilen ausgeprägt, daß sie auf das bestimmteste darthun, daß die Ursache der Mißbildung entweder und am wahrscheinlichsten eine ursprüngliche oder zum wenigsten in der allerfrühesten Zeit begründete sein mußte. Verdoppelung einzelner Theile und Organe wird auch noch in späterer Zeit möglich sein, so lange der Keim zu derselben noch ein indifferenter ist. Dahin möchte der Fall von Valentin[2]) zu zählen sein, welcher bei einem zweitägigen Hühnerembryo durch Spaltung des hintern Endes nach 5 Tagen Verdoppelung des Beckens und der hinteren Extremitäten hervorgebracht sah.

Es kommen aber noch andere Arten von Doppelbildungen oder Bildungen mit einem Uebermaß vor, welche noch einer besondern Erwähnung und Erklärung bedürfen. Dieses sind die Doppelmißgeburten durch sogenannte Einschließung oder Einpflanzung, das ungewöhnliche oder zeugungsartige Mehrfachwerden, Diplogenèse par pénétration. Hier findet man entweder einen zweiten unvollkommnen Fötus im Innern des größern an irgend einer Stelle desselben eingeschlossen, Foetus in foetu; oder ein Fötus ist mit einem andern durch eine mehr oder weniger vollständige Nabelschnur und Placenta an einer Körperstelle, bis jetzt Hirnschädel oder Gaumen, verbunden.

Diese höchst merkwürdigen und seltenen Fälle lassen sich, wie es scheint, nur dadurch erklären, daß ein Ei in dem andern ursprünglich eingeschlossen war, also Ovum in ovo. Wenigstens können sie schwerlich durch Einschließung eines Eies in ein anderes während der Entwicklung veranlaßt, vielleicht durch eine Superfötation erklärt werden. Da der Fötus nie und zu keiner Zeit nackt und bloß zu Tage liegt, sondern entweder von der ursprünglichen Eihaut, der Zona pellucida oder Dotterhaut, oder wenn diese nach Bildung der serosen Hülle, aber immer erst, nachdem diese vollendet ist, verschwindet, doch von dieser und außerdem von dem Amnion eingeschlossen ist, so ist zu keiner Zeit eine Möglichkeit gegeben, wie ein zweites Ei in den innern Eiraum gelangen könnte; so daß daher auch an eine Einschließung desselben durch den ältern Fötus, obgleich dessen Visceralhöhle nicht geschlossen ist, nicht gedacht werden kann.

Da Beispiele von Ovum in ovo wenigstens bei Vögeln bewiesen sind, so scheint mir diese Erklärung wahrscheinlicher, als die von Meckel[3]) wenn gleich mit allen Waffen der Wissenschaft und des Scharfsinnes vertheidigte, daß der eingeschlossene Parasit ein Zeugungsproduct des ältern sei. Wenn sich Meckel dabei gleich auf die Fälle frühzeitiger Pubertät, auf die Bildung von Haaren Knochen und Zähnen ohne eigentlichen Zeugungsact, auf die Erscheinungen geschlechtloser Vermehrung und Fortpflanzung und endlich auf die Regenerationen beruft, so scheint mir

---

[1]) Froriep's. N. Notizen, Nro. 485. S. 10. [2]) Repertorium II. p. 169.
[3]) Path. Anat. II. S. 83.

doch von Allem diesem der Schluß auf einen Zeugungsact durch einen Fötus einer höhern Thiergattung oder gar des Menschen, der eine Bildung seiner eigenen Art hervorbringt, weder durch die vorliegenden Beobachtungen näher gerechtfertigt, noch weniger kühn, als die Annahme eines durch die Beobachtung als möglich und wirklich dargethanen Ovum in ovo. Unter den mitgetheilten hierhin gehörigen Fällen befinden sich einige, wo man diese Mißbildung schon bei frühen Embryonen fand, z. B. einer, wo der größere Fötus aus dem dritten Monate war [1]), und ein anderer von Fattori bei einem siebenmonatlichen weiblichen Fötus [2]). Hier kann doch wohl an eine zeugungsartige Production gar nicht gedacht werden. Die geschlechtlose oder eingeschlechtige Zeugung ist durch die fortschreitenden Untersuchungen der Naturforscher sehr beschränkt worden. Eine Knospen- oder Sprossenbildung in der Art, wie sie hier anzunehmen wäre, würde aber wohl ohne alle Analogie sein.

Endlich habe ich schon oben erwähnt, daß eine Vermehrung und Ueberzahl der Theile zuweilen auch in einer Bildungshemmung ihren Grund haben kann, z. B. ächte Divertikel am Darm, als Ueberbleibsel des Ductus omphalo-mesentericus, doppelte Stirnbeine, Ossa Wormiana am Schädel, doppelter Uterus 2c.

Ich komme daher zu dem Schluß, daß Mißbildungen mit einer Ueberzahl der Theile ihren Grund haben können:

1. In einer ursprünglichen Bildung des Keimes.
2. In einer ungewöhnlich energischen Entwicklung eines ursprünglich einfachen Keimes, veranlaßt vielleicht durch äußere Ursachen.
3. Durch Ovum in ovo.
4. Durch Bildungshemmung.

Ich will jetzt nun noch die vorzüglichsten der hier in diese Classe gehörigen Mißbildungen namhaft machen, ohne mich aber auf ihre nähere Beschreibung einzulassen, indem es auch unnöthig sein wird, bei den einzelnen nochmals auf ihre wahrscheinlichste Entstehungsursache aufmerksam zu machen. Auch sie können zur bequemern Uebersicht in mehren Ordnungen gebracht werden.

1. Ordnung. Mißbildung durch Ueberzahl einzelner Theile bei einfachem Kopf und Rumpf.

Dignathus. Mißbildung mit einem zweiten Unterkiefer.

Polycerus. Thier mit überzähligen Hörnern.

Caudatus. Menschlicher Fötus mit einem schwanzähnlichen Fortsatz am Kreuzbeine.

Polydactylus. Mißbildung mit überzähligen Fingern.

Notomeles. Mißbildung mit überzähligen Gliedmaßen am Rücken.

Pygomeles. Mit überzähligen Gliedmaßen am Steiß.

Gastromeles. Mit überzähligen Gliedmaßen an der vordern Körperfläche.

Melomeles. Mit überzähligen Gliedern an den normalen Extremitäten.

1. Vermehrung der Schädelknochen.
2. Vermehrung der Wirbel.
3. Vermehrung der Rippen.
4. Vermehrung der Muskeln.
5. Ueberzahl der Zähne.
6. Doppelte Zunge; sie liegen immer über einander.

---

[1]) Hamburger Magazin Bd. II. [2]) Meckel, path. Anat. II. Seite 78.

7. Doppelte Speiseröhre.

8. Wahre Divertikel am Darme.

9. Doppelter Blinddarm und Wurmfortsatz.

10. Doppelter Bauchspeicheldrüsengang.

11. Doppelter Gallengang.

12. Mehrfachwerden der Milz.

13. Doppeltes Herz.

14. Mehrfachwerden der Nieren, wahrscheinlich begründet in einer Bildungshemmung.

15. Doppelte Harnleiter.

16. Doppelte Harnblase.

17. Dreizahl der Hoden.(?)

18. Doppelte Ruthe und Kitzler.(?)

19. Doppelter Uterus, als Uterus duplex, Uterus divisus und Uterus bicornis. Diese Mißbildungen sind durchaus als Bildungshemmungen zu betrachten, da der Körper des Uterus sich erst später ausbildet, und auch der menschliche weibliche Fötus in der That in früher Zeit durch die relativ stärkere Entwicklung des untern Endes der Eileiter einen mehr oder weniger doppelten Uterus zu haben scheint.

20. Hoden und Eierstöcke, Samenleiter, Samenblasen, Trompeten, Uterus ꝛc. in demselben Individuo (Hermaphroditismus mit vermehrter Zahl der Theile)? (Siehe unten.)

21. Ueberzahl der Brüste.

2. Ordnung. Zwillingsmißbildungen mit doppeltem Kopf und Rumpf.

a. Oberes Doppeltwerden.

Heteroprosopus. Mit zwei Gesichtern.

Dicranus. Mit doppeltem Schädel.

Monocranus. Einfacher Schädel, zum Theil doppeltes Antlitz, doppeltes Gehirn, drei oder vier Augen.

Diprosopus.

Dicephalus. Mit zwei Köpfen.

Thoraco-Gastrodidymus. Zwei Köpfe und Hälse, Brust und Bauch verschmolzen, vier obere Extremitäten, zwei oder drei untere.

Gastrodidymus. Kopf, Hals, Brust, obere Extremitäten doppelt, Arm, Bauch und Becken verschmolzen, zwei oder vier untere Extremitäten.

Hypogastrodidymus. Am Unterbauch vereinigte Zwillinge; alles Andere doppelt; die vier unteren Extremitäten stehen zwei und zwei in einem rechten Winkel nach den Seiten ab.

Pygodidymus. Zwei vollkommen getrennte Körper, die mit ihren hinteren Flächen am Kreuz- oder Steißbeine zusammenhängen. Hierhin gehörten die beiden bekannten ungarischen Schwestern Helena und Judith, die im Jahre 1701 geboren und 22 Jahre alt wurden.

b. Unteres Doppeltwerden.

Dipygus. Der Kopf, Hals und Brust einfach, die Bäuche und der hintere Theil des Körpers getrennt, zwei oder vier obere, immer vier untere Extremitäten.

Heterodidymus s. Heteroadelphus, sogenannte Parasitenbildung. Ein größerer regelmäßig gebildeter Körper trägt einen mehr oder weniger unvollständigen an der Brust oder am Oberbauche.

Dihypogastricus, sogen. Janusbildung. Mißgeburt mit doppeltem, vom Nabel abgetrenntem, oberhalb mehr oder weniger verschmolzenem Körper.

Symphysocephalus. An dem Kopf vereinigte Zwillingsmißgeburten.

c. Unteres und oberes Doppeltwerden.

Diprosopusdiaedoeus Gurlt. Zwei Köpfe an den Seiten verbunden, Brust und Bauch verbunden, zwei oder vier obere Extremitäten, Harn- und Geschlechtsorgane und untere Extremitäten doppelt.

Hemipages. Geoff. Die Köpfe nur oberflächlich an der Seite vereinigt, Hals, Brust und Bauch bis an den Nabel verschmolzen, Becken getrennt, vier obere und vier untere Extremitäten.

Thoracodidymus. Zwei getrennte Körper, an der Brust verbunden. Hierhin ein Fall von Buxtorf, in welchem die Mißbildung 23 Jahre alt wurde.

Xiphopages. Zwei ganz getrennte, nur in der Gegend des Schwertknorpels verbundene Körper. Hierher gehören die sardinischen Zwillingsschwestern Ritta und Christina [1]) und die beiden noch lebenden siamesischen Zwillingsbrüder Chang und Eng.

3. Ordnung. Doppelmißbildungen durch Einpflanzung.

Foetus in foetu. Der größere vollständige Fötus trägt an irgend einer Stelle unter der Haut oder in seinen Körperhöhlen einen zweiten kleinern stets unvollständigen.

Omphalo-Cranodidymus. Die Nabelschnur oder das Rudiment des einen Fötus wurzelt im Hirnschädel des andern.

Epignathus. Ein unvollkommner Fötus wurzelt mit seinen Blutgefäßen in dem Gaumen eines vollkommneren.

4. Ordnung. Dreifache Mißbildungen, Monstra triplicia.

Sind früher bezweifelt worden, jetzt aber durch mehre Beobachtungen sicher erwiesen.

III. Classe.

Mißbildungen, deren Organisation der Idee ihrer Gattung nicht entspricht, ohne daß ihnen hierzu etwas fehlte oder sie etwas zu viel besäßen.

Die Charakteristik dieser Classe hat allerdings den Fehler, daß sie vorzüglich in negativen Merkmalen begründet ist. Man hat freilich auch positive dafür gebraucht, wie Fabrica aliena, Situs mutatus, von denen aber nur der letztere Ausdruck eine entschiedene Bezeichnung enthält. Doch wird sich ein solcher Uebelstand nicht vermeiden lassen und doch zu keinen großen Schwankungen veranlassen, da man im Ganzen doch bald darüber übereinkommen wird, ob eine Bildung einen Mangel oder einen Ueberschuß oder keinen von beiden darbietet.

Da der Natur der Sache nach sehr verschiedenartige Dinge in diese Classe kommen werden, so ist es auch begreiflich, daß die wahrscheinlichen Ursachen ihrer Entstehung sehr mannichfach sein werden. Wir werden hier für manche Bildungen keinen andern Grund angeben können, als eine Anomalie der Bildungsthätigkeit, die vielleicht in einer primären Configuration des Keimes begründet sein kann. In anderen, wenn gleich wenigen Fällen, wird sich Krankheit als Ursache annehmen lassen. Doch glaube ich, daß die

[1]) Serres, mém. de l'acad. roy. Tom. XI. 1832.

Mehrzahl aus der Entwicklungsgeschichte und zwar als Bildungshemmung wird erklärt werden können, und hier dürfen wir noch immer weitere Fortschritte erwarten, je mehr sich unsere Kenntniß der normalen Vorgänge erweitert.

Ich möchte für diese Classe folgende Ordnungen aufstellen:

1. Ordnung. Veränderung der Lage der Organe. Situs mutatus.

Aufhebung der seitlichen Asymmetrie: z. B. Beide Lungen haben nur zwei Lappen, die Leber liegt in der Mitte, ebenso das Herz ꝛc. Diese könnte man als Bildungshemmungen betrachten, da diese Organe anfangs in der That in der Mittellinie des Körpers sich befinden und symmetrisch gebildet erscheinen.

Verwechselung von links und rechts. Der Blinddarm befindet sich auf der linken Seite, das Herz auf der rechten, alle Organe der Brust oder des Bauches oder beide haben ihre Lage von rechts nach links und umgekehrt geändert. Dafür ist schwerlich eine Ursache anzugeben. Es scheint, daß bei allen Embryonen in früher Zeit sich die Nabelblase, nachdem der Darm sich entwickelt hat, nach links, die Allantois nach rechts wendet. Dadurch wird eine eigenthümliche spiralige Drehung des Embryo bewirkt, die vielleicht auch auf die Lage der inneren Organe influirt. Es wäre denkbar, daß eine Veränderung in der Lage jener Eiblasen auch eine Ursache zu Lagenveränderung der Organe sei.

Verwechselung von oben und unten. Die Organe der Brust liegen in dem Bauche, die des Bauches in der Brust. Dafür weiß ich keine wahrscheinliche Ursache aus der Entwicklungsgeschichte anzugeben.

Verwechselung von vorne und hinten, z. B. an den Zähnen, Verdrehung der Extremitäten ꝛc.

2. Ordnung. Abweichungen in der Form der Organe.

Varietäten in der Theilung der Lunge in Lappen. Oft wie bei bestimmten Thieren.

Vielgelappte Leber. Wie bei vielen Thieren.

Gelappte Niere. Eine Bildungshemmung und wie bei mehren Thieren.

Schiefheit des Uterus. Vielleicht auch eine Bildungshemmung auf einer Seite.

Eiförmige, senkrechte Pupille. Wie bei einigen Thieren.

Herz mit zwei Spitzen. Eine Bildungshemmung, indem bei dem Embryo in früher Zeit beide Kammern viel stärker von einander getrennt sind, als später und beim Geborenen.

3. Ordnung. Abweichungen in dem Ursprunge und der Vertheilung der Arterien und Venen.

Hier führe ich nur einige wenige der hierhin gehörigen Abweichungen an.

Es entspringt nur ein Gefäßstamm aus dem dann auch in seinen Kammern nicht getrennten Herzen.

Die Aorta entspringt mit der Art. pulmonalis meist gleichfalls bei mangelhafter Entwicklung der Scheidewand der Kammern, aus der rechten, oder zum Theil aus der rechten, zum Theil aus der linken Herzhälfte.

Die Art. pulmonalis entspringt links, die Aorta rechts.

Der sogenannte Ductus arteriosus ist offen geblieben, d. h. die rechte Aorta blieb permanent.

Die aus der Aorta entspringenden großen Gefäßstämme zeigen viele Varietäten. Ebenso weichen fast alle Arterienstämme häufig in ihrem Ursprunge ab, welche Verschiedenheiten hier aufzuführen nicht der Platz ist.

Es findet sich zuweilen nur eine Hohlvene, oder es sind zwei obere Hohlvenen vorhanden; die Nabelvene geht unmittelbar in das Herz, es finden sich zwei gleich große Venae azygeae u. dgl. mehr.

Diese Gefäßvarietäten sind sowohl für die Entwicklungsgeschichte höchst interessant, als sie oft von praktischem Interesse sind. Allein es würde mich zu weit führen, sie alle einzeln durchzugehen. Und dennoch wäre dieses nothwendig, um zu zeigen, daß sie größtentheils Bildungshemmungen sind. Hierzu kennen wir die Entwicklung des Gefäßsystems noch nicht hinlänglich, um dieses für alle Fälle nachweisen zu können. Für viele ist dieses aber vollkommen ausführbar. Wir wissen, daß Arterien und Venen vielfache Metamorphosen durchlaufen, daß Gefäße, die sich ursprünglich entwickeln, sich theils weiter bilden, theils auf einer gewissen Stufe stehen bleiben, und sehr unscheinbar werden können, theils ganz verschwinden, indem die Organe von anderen Seiten ihr Blut zugeführt erhalten. Für die Venen sind unsere Kenntnisse hiervon durch Rathke's treffliche Arbeiten schon weiter gediehen, als für die Arterien. Von diesen kennen wir nur die Metamorphosen der aus dem Herzen austretenden Stämme, und auch diese bei den Säugethieren und Menschen nur unvollkommen. Die Varietäten entstehen, indem Gefäße, die sich weiter ausbilden sollten, in ihrer Entwicklung stehen bleiben, und andere, die unbedeutend hätten bleiben sollen, sich dafür stärker entwickeln, oder indem solche, welche hätten verschwinden sollen, sich erhalten und zunehmen. Sehr oft sehen wir dadurch Typen hervorgebracht, die der Idee der Gattung nicht angehören, sondern der einer andern, und die meisten Varietäten beim Menschen sind daher normale Bildungen bei Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugethieren. Sie sind einer der schönsten Belege der von v. Bär ausgesprochenen Wahrheit, daß der ursprüngliche Typus bei den Embryonen der Wirbelthiere meist in allen Classen derselbe ist, die Verschiedenheiten aber durch die verschiedene Entwicklung dieses Typus hervorgebracht werden. Werden wir einst diese Verschiedenheiten der Entwicklung des Typus vollständig kennen, dann werden wir wahrscheinlich auch eine vollständige Erklärung aller Varietäten des Gefäßsystems des Menschen geben können.

4. Ordnung. Zwitterbildungen.

Zwitter würden wir nach Analogie der niederen Thiere solche Mißbildungen nennen müssen, bei welchen in einem und demselben einfachen Individuo die Geschlechtsorgane beider Geschlechter mehr oder weniger vollständig vereinigt vorkommen. Solche sind nun seit alten Zeiten sehr oft und mannichfach beschrieben worden. Ich halte aber das meiste hierüber selbst bis in die neueste Zeit Mitgetheilte und bis zur Zeit ihrer Erscheinung in einer trefflichen Abhandlung von Meckel [1]) Gesammelte, mit J. Müller [2]) für sehr zweifelhaft und unzuverlässig. Die große Aehnlichkeit der Geschlechtsorgane beider Geschlechter in früher Zeit, der übereinstimmende Typus in der Entwicklung beider, die Concurrenz der Wolff'schen Körper, die irrigen Ansichten, welche man über die ursprüng-

[1]) Reil's Archiv XI. S. 263—340. [2]) Bildungsgeschichte der Genitalien S. 121.

liche Identität beider Geschlechter hegte, sind so viele Quellen von Irrthümern in dieser Hinsicht, daß es leicht einleuchtend zu machen ist, wie eine ganz genaue Kenntniß der Entwicklungsgeschichte der Genitalien, und eine sorgfältige Untersuchung der Elementarstructur der betreffenden Organe erforderlich ist, um ein sicheres Urtheil abzugeben: Bedingungen und Forderungen, die an die meisten bisher bekannt gewordenen Beobachtungen zu machen, kaum gerecht sein würde. J. Müller hat die angegebenen Fälle von gleichzeitigem Vorhandensein von Hoden und Eierstock auf derselben Seite schon so kritisirt, daß kaum noch Jemand deren Zuverlässigkeit zuzugeben geneigt sein dürfte. Das Vorkommen von Hoden auf einer und Eierstock auf der andern Seite hat derselbe zugegeben, weil diese Form der Zwitterbildung bei niedern Thieren, z. B. Insecten, nicht so selten sei, und weil endlich ein von Rudolphi [1]) vom Menschen beschriebener Fall denselben bewiesen. Auf die Analogie niederer Thiere ist aber in diesem Falle nicht so viel zu geben, und leider soll nach neuerer Untersuchung und Mittheilung an jenem von Rudolphi beschriebenen Falle, welcher außerdem das zur Entscheidung unentbehrliche Mikroskop nicht anwandte, der für Hoden gehaltene Körper nicht mehr aufzufinden sein.

Nun werden freilich noch viele andere Fälle mitgetheilt, wo zu gleicher Zeit Theile der übrigen Genitalien entweder auf der einen Seite männliche, auf der andern weibliche, oder auf beiden Seiten männliche und weibliche vorhanden gewesen sein sollen. Allein auch für diese giebt es aus der Entwicklungsgeschichte so mannichfache wahrscheinliche Erklärungen, wie dieser Anschein theils durch Bildungshemmung, theils durch Modification in dem individuellen Entwicklungstypus entstanden sein kann, daß ich mich auch hier kaum entschließen kann, eine unbedingte Zugabe zu machen. Die Entwicklungsweise des Uterus, der Samenblasen, der Prostata und der Cowper'schen Drüsen bei beiden Geschlechtern, hat selbst noch bei den besten Schriftstellern, J. Müller, Rathke, Valentin rc., so manches Zweifelhafte, daß selbst für die normale Analogie Bedenklichkeiten genug vorhanden sind. Wie kann da über Abweichungen von diesem Typus ein zuverlässiges Urtheil, selbst von den Bestunterrichteten, deren Zahl nicht groß sein möchte, gefällt werden?

Ist meine Ansicht von den sogenannten Zwitterbildungen richtig, so giebt es streng genommen keine solche in den höheren Thierformen und beim Menschen, d. h. es giebt kein gleichzeitiges Vorkommen von Hoden und Eierstöcken in einem und demselben einfachen Individuo. Es giebt nach diesen wesentlichsten Organen nur männliche und weibliche Individuen. Aber durch eine Anomalie in dem Entwicklungstypus der in ihrem Keime bei beiden Geschlechtern einander sehr ähnlichen übrigen Organe, können diese bei einem männlichen Individuo mehr oder weniger die weibliche Form, und umgekehrt bei einem weiblichen die männliche, oder eine aus beiden combinirte angenommen haben. Demnach gehören die sogenannten Zwitterbildungen in diese dritte Classe der Mißbildungen. Ist diese Ansicht nicht richtig, so würden sie zum Theil in die zweite Classe gerechnet werden müssen, weil sich bei ihnen ein anatomischer Ueberschuß vorfindet; zum Theil würden sie immer dieser dritten Classe angehören, da der Charakter vieler weder ein anatomischer Mangel noch Ueberzahl, sondern eine Abweichung von dem Typus ist. Diese Trennung ist aber bei den ganz allmäligen Uebergängen wieder eine ganz unnatürliche, weßhalb denn auch Meckel eine eigene Classe aus ihnen

---

[1]) Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Berlin. 1825.

bildete, was wieder inconsequent war, da die große Mehrzahl von ihnen offenbare Hemmungsbildungen sind.

Da ich indessen diese meine Ansicht nicht durch zahlreiche Erfahrungen unterstützen, auch hier nicht einmal eine Kritik der das Gegentheil scheinbar darthuenden Beobachtungen geben kann, weil sie zu weit führen würde, so will ich hier eine Uebersicht der Zwitterbildungen nach der gewöhnlichen Ansicht folgen lassen, indessen mit der auch dabei durchaus nothwendigen Andeutung der Kritik der verschiedenen angenommenen Arten derselben.

Zuerst glaube ich demnach, daß dabei Individuen mit durchweg weiblichen Organen, aber männlichem Habitus, und ebenso solche mit vollständig männlichen Organen mit weiblichem Habitus, z. B. selbst einfach zu kleiner Penis oder zu große Clitoris, gänzlich von den zwitterhaften Mißbildungen auszuschließen sind. Man könnte einen Castraten ebenso gut so benennen. Die übrigen würden meiner Ansicht nach in drei Reihen zerfallen:

I. Art. Solche, die, obgleich dem wesentlichen Organe, Hoden oder Eierstöcke, nach männlich oder weiblich, dennoch durch eine Anomalie oder Hemmung in der Entwicklung in den übrigen Organen mehr oder weniger einen weiblichen oder männlichen Typus darbieten. Hierhin sind zu rechnen:

1. Die Hypospadie in allen Graden, bis zur Bildung eines einer Scheide ähnlichen Canales und als Analogie davon Verschließung der Scheide in einer Naht bis zum gänzlichen Mangel der Scheide und Durchbohrung der Clitoris von der Harnröhre.

2. Cryptorchismus und das diesem analoge Herabsteigen der Eierstöcke in die großen Schaamlippen, oftmals mit dem vorigen gebunden.

Diese Anomalien in den höheren Graden geben den sogenannten Hermaphroditismus transversalis, d. h. äußere weibliche, innere männliche, oder äußere männliche, innere weibliche Geschlechtstheile. Der erstere Fall ist weit häufiger als der letztere, weil zu ersterem sich in der Entwicklung der männlichen Organe nur eine Hemmung zu ereignen braucht, um den weiblichen Typus hervorzubringen, während zu letzterem eine Weiterbildung des weiblichen Typus über seine normale Ausbildung erforderlich ist.

3. Vorkommen eines dem Uterus ähnlichen Organes bei dem männlichen Geschlechte, und das diesem analoge Fehlen des Uterus bei dem weiblichen oder das Gespaltensein des Uterus in geringerem oder höherem Grade. Aus den Endstücken der Ausführungsgänge der keimbereitenden Organe und ihrer Einmündung in die hintere Wand der Allantois entwickeln sich bei dem männlichen Geschlechte Samenblasen, Vorsteherdrüse und Cowper'sche Drüsen, bei dem weiblichen Uterus und Scheiden-Gewölbe. Aus dem ersten Rudimente dieser Organe kann sich bei dem männlichen Geschlechte ein uterusartiges Organ bilden; eine Bildungshemmung bei dem weiblichen veranlaßt das Fehlen des Uterus oder seine Theilung. Gerade hier aber ist, wie ich schon erwähnte, noch die meiste Aufklärung zu suchen und wahrscheinlich auch zu finden.

II. Art. Hermaphroditismus lateralis. Auf einer Seite befindet sich ein Hoden mit Vas deferens und Samenblase, auf der rechten ein Eierstock mit Trompete und Uterus. Ich halte, wie gesagt, diese Fälle [1], was Hoden und Eierstock betrifft, für unzuverlässig. Die übrigen Abweichungen würden diese Mißbildungen nur in die vorige Classe verweisen, indem bei ihnen nur der Unterschied einer einseitigen Anomalie sich fände.

III. Art. Doppelgeschlechtiger Zwitter. Androgynus.

[1]) S. Meckel, Path. Anat. II. S. 213. Rudolphi, l. c. Archiv für Thierheilkunde. II. S. 204. J. C. Mayer, Casper's Wochenschrift. 1835. Nr. 7.

Hierhin würden diejenigen Mißbildungen gehören, bei welchen sich gleichzeitig männliche und weibliche Geschlechtstheile auf derselben Seite finden. Meckel hat in seiner schon erwähnten Abhandlung S. 323 — 338 die bekannten Fälle zusammengestellt, und bei Gurlt [1]) finden sich noch einige von Thieren. Am schwächsten wird durch sie das gleichzeitige Vorhandensein von Hoden und Eierstöcken dargethan, indem kein einziger Fall die nöthige Garantie der genauen Untersuchung darbietet. Was die übrigen Organe betrifft, so habe ich, wie gesagt, die Vermuthung, daß sich die scheinbare Duplicität aus der normalen Entwicklungsgeschichte wird erklären lassen, wozu dieselbe indessen vielleicht selbst noch einer weitern Ausbildung bedarf. —

Nachdem ich nun in dem Vorhergehenden eine Uebersicht der Hauptarten der Mißbildungen und eine Andeutung über ihre Entstehung gegeben habe, so weit mir dieses in gegenwärtigem Artikel ausführbar schien, so ist mir nun noch übrig, auf den Werth und die Beziehungen des Studiums der Mißbildungen mit einigen Worten aufmerksam zu machen. Dieselben sind zum Theil allgemeinerer Art und betreffen unsere Erkenntniß der Bildungsgesetze der organischen Natur überhaupt; zum Theil ist es der Einfluß auf die specielle Entwicklungsgeschichte, Physiologie, Psychologie, Pathologie und praktische Medicin, auf welche ich hinweisen will.

Eine der wichtigsten allgemeinen Folgen, welche das geläutertere und wissenschaftlichere Studium der Mißbildungen hervorgebracht hat, ist unstreitig die Erkenntniß gewesen, daß die Natur auch bei der Hervorbringung dieser oft auffallenden und abweichenden Formen dennoch keineswegs regellos und willkürlich verfährt. Während frühere Zeiten nur Wunder, d. h. Eingriffe und Abweichungen der schaffenden Urkraft in ihre sich selbst bestimmten Gesetze zur Warnung, Strafe und Belehrung des sterblichen Menschen sahen, hat uns das genauere Studium und die fortschreitende Erkenntniß, nach allen Seiten, auch auf diesem verhältnißmäßig so kleinen und abgegrenzten Gebiete gerade das Gegentheil gelehrt, und uns angewiesen, das Wunder gerade umgekehrt in der unendlichen Mannichfaltigkeit, die dennoch durch ein Gesetz beherrscht wird, zu erblicken. Zwar können wir uns nicht rühmen, dieses Gesetz auch hier schon überall erkannt zu haben, zwar ist es gewiß, daß die Uebereilung hier Gesetze erblickt und erschaffen hat, die sich bei einer reifern Ueberlegung nicht halten können, allein so mangelhaft unsere Einsicht des Gesetzes auch sein mag: daß es obwaltet, auch da, wo wir es nicht kennen, ist eine feste Ueberzeugung geworden, und ich will es versuchen, in dem Folgenden auf das, was wir als Zuverlässiges in dieser Hinsicht betrachten können, hinzuweisen.

Während ältere Schriftsteller uns von Mißbildungen erzählen, welche ganz den Charakter organischer Körper abgelegt haben sollten, welche Formen gezeigt, die kein bekanntes organisches Wesen jemals besessen, welche den Charakter der Thierclasse, welcher sie angehören sollten, ganz verändert und den einer andern angenommen, so daß Thiere Menschenbildungen und Menschen Thiere hervorgebracht, so wissen wir jetzt, daß dieses nie und nirgends geschieht, und alle jene Angaben Wirkungen des Aberglaubens, Betruges und der Phantasie sind. Auch das mißgebildetste thierische Product wird nicht nur immer den Charakter der Thierheit, sondern selbst für die bloß äußere Anschauung den Charakter der Thierclasse, welcher es angehört, leicht erkenntlich an sich tragen; ja selbst ein einzelnes Organ verleugnet

---

[1]) Path. Anat. II. S. 194.

seinen Charakter nie so vollständig, daß nicht durch die größte Entstellung hindurch das Wesen desselben dennoch erkannt würde. Wir werden es nicht mehr glauben, wenn Thiere mit Menschen-Gesichtern und Leibern, oder Menschen mit Thier-Gesichtern geboren worden sein sollen, und solche Angaben sogleich in das Gebiet des Fabelhaften und Uebertriebenen verweisen, während ich später noch darauf hinweisen werde, wie und warum nicht so selten Bildungen in einer Thierclasse als anomale vorkommen, die in einer andern normal sind.

Wir sehen ferner, daß wenn gleich Orts- und Lagenveränderungen der Organe mannichfaltiger Art als Mißbildungen vorkommen, was rechts liegen sollte, nach links rückt und umgekehrt; die Organe des Bauches in die Brust und umgekehrt rücken, doch auch hierbei eine gewisse Grenze sich findet, die nie überschritten wird. Das Gehirn liegt nie in Brust, Bauch oder Becken, die Nieren nie im Schädel ꝛc. und wir können aus der Entwicklungsgeschichte leicht den Grund dafür auffinden, weil wir wissen, daß verschiedene Organe und verschiedene Systeme schon aus verschiedenen Partien oder Blättern des Keimes ihren Ursprung nehmen. Die dem gleichen Blatte angehörigen können zwar wohl ihren Ort vertauschen, nie aber wird ein aus dem animalen Blatte des Keimes sich entwickelndes Organ aus dem vegetativen hervorgehen können, und umgekehrt. Dagegen halten die meisten der Organe, die später solche Lagenveränderungen zeigen, anfangs die Mittellinie, und es bedarf daher keines so großen umändernden Einflusses, um rechts und links oder oben und unten mit einander zu vertauschen. Fleischmann [1]) hat dieses das Ortsgesetz, Lex topicorum, genannt.

Damit verwandt ist auch, daß so vielfache abnorme Verschmelzungen von Organen und vielleicht selbst Individuen vorkommen, gewisse Verbindungen nie auftreten; der Darmcanal nie mit der Aorta zu einem Canale verschmilzt, oder eine Arterie in einen Nerven übergeht, sondern fast immer nur homogene oder verwandte Theile sich mit einander vereinigen können, was Fleischmann die Lex proprietatis, das Individualitätsgesetz, genannt hat. Es ist auch dieses auf die Verschiedenheit des Keimes für verschiedene Organe begründet, der, wenn er überhaupt entwicklungsfähig sein soll, nie eine derartige Verbildung besitzen zu können scheint, um solche ganz heterogene Contiguitäts- und Continuitätsverhältnisse möglich zu machen.

Mehre Beobachter glauben ferner, das Gesetz aufstellen zu können, daß nur bei den Mißbildungen die übermäßige Entwicklung eines Theiles und Organes die unvollkommnere eines andern und so umgekehrt, nach sich ziehe, gleich wie in der vergleichenden Anatomie bei einer verhältnißmäßig nicht großen Anzahl von Organen und organischen Systemen, die große Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit der Thiere vorzüglich dadurch hervorgebracht wird, daß bald dieses, bald jenes Organ und organische System vorherrscht oder zurücktritt, und dagegen andere umgekehrt weniger oder mehr entwickelt sind. Schon Meckel [2]) sagte, daß es beinahe Gesetz sei, daß höhere Potenzirung eines Organes mit Zurückbleiben anderer verbunden sei. Vorzüglich aber hat Geoffroy St. Hilaire dasselbe geltend zu machen gesucht unter dem Namen des Gleichgewichtsgesetzes (loi de balancement) und man kann für dasselbe allerdings manche Thatsachen geltend machen. So z. B. hat man sich darauf berufen, daß schon bei Zwillingen meist einer schwächer als

---

[1]) Bildungshemmungen der Menschen und Thiere. Nürnberg 1833. 8. S. 36.
[2]) Path. Anat. I. S. 15.

der andere ist, und es nicht so selten ist, daß der eine auf Kosten des andern, welcher ganz verkümmert oder mißgebildet ist, sich entwickelt hat. Oft haben Individuen, die an einer Hand oder einem Fuße einen überzähligen Finger oder Zehe besitzen, an der andern Hand oder Fuß eine weniger. Ein von Neumann beschriebener Fötus hatte am linken Fuße bloß den Daumen, am rechten acht Zehen, und der achte war gespalten. Segalas zeigte der Akademie de Medecine in Paris einen Fötus, der an der linken Hand keinen Daumen, an der rechten zwei hatte. Derselbe hatte noch auf der einen Seite nur 11 Rippen, und auf der andern 13. Bei Sirenenmißbildungen, wo die beiden unteren Extremitäten verbunden sind, oder zum Theil fehlen, findet man nach Meckel fast immer die Zahl der Wirbel und Rippen größer als gewöhnlich. Bei Acephalen, wo häufig Herz und Leber fehlen, sind nach Elben die Nieren alsdann sehr stark entwickelt. Ebenso findet man bei Doppelbildungen einzelner Theile die übrigen sehr oft unvollkommen entwickelt. Meckel hat dieses Gleichgewichtsgesetz sogar auf verschiedene Kinder derselben Aeltern ausgedehnt, von denen das eine oft die Theile mehr besitzt, welche dem andern fehlen. Ein Mädchen hatte an jeder Extremität einen überzähligen Finger; ihrer Schwester dagegen fehlten an einer Hand vier Finger, also gerade so viel, als die andere zu viel hatte.

Obgleich sich indessen auf solche Weise Thatsachen für dieses Gesetz angeben lassen, so muß ich dennoch gestehen, daß mir dasselbe als Gesetz in der Art, wie in der vergleichenden Anatomie, noch keineswegs geltend gemacht werden zu können scheint; denn es würde rücksichtlich der Mißbildungen jedenfalls ein Gesetz sein, welches weit mehr Ausnahmen als Bestätigungen besäße, da unzweifelhaft weit öfter mangelhafte oder übermäßige Entwicklung irgend eines Theiles ohne adäquat stärkere oder schwächere andere vorkommt, als dieses zuweilen wirklich der Fall ist. Man kann meines Erachtens nur sagen, daß auch die Mißbildungen an diesem, im Allgemeinen für alle organischen Körper geltenden Gesetze öfter theilnehmen, ohne daß es ein durchgreifendes Gesetz speciell auch für alle Mißbildungen sei. Wahrscheinlich entscheidet darüber die Ursache der Mißbildung, und ich möchte glauben, daß wo wir dieselbe in eine ursprüngliche abweichende Richtung der Lebensthätigkeit zu setzen haben, das Gesetz sich bestätigt finden möchte, wo aber mehr zufällige Einwirkungen die Mißbildungen veranlaßt haben, dasselbe auch keine Anwendung findet.

Man hat ferner gefunden, daß nicht alle Organe und Theile gleich häufig Mißbildungen ausgesetzt sind. So finden sich nach Meckel im Allgemeinen in den von Cerebrospinalnerven versorgten Organen, wie den Muskeln, aber auch dem Kehlkopfe, den Lungen, weit weniger Mißbildungen, als in dem, von sympathischen Nerven versorgten Verdauungs-, Harn-, Geschlechts- und Gefäßsysteme. Wären Kehlkopf und Lungen nicht, so könnte man vermuthen, daß das animale Blatt des Keimes, eine größere Immunität vor Mißbildungen besitze, als das vegetative und Gefäßblatt, worin eine einsichtlichere Verschiedenheit gegeben wäre, als in der Verschiedenheit der Nerven.

Man findet ferner, daß gewisse Arten von Mißbildungen vorzüglich gewissen Organen eigenthümlich sind. So z. B. ist die Verdopplung und Vermehrung weit häufiger bei den aus dem animalen Blatte entstandenen Gebilden, als bei denen aus dem vegetativen und Gefäßblatte hervorgegangenen, wie das seltene Vorkommen von Verdopplung des Herzens, der Lungen, des Verdauungscanales, der Geschlechts- und Harnorgane gegen Verdopplung des Kopfes, der Sinnesorgane, der Extremitäten rc. beweiset.

Man hat ferner bemerkt, daß gewisse Mißbildungen vorzugsweise auf einer Seite, oder in der obern und untern Körperhälfte vorkommen. So findet sich nach Meckel die Lippen und Gaumenspalte vorzugsweise auf der rechten Seite. Wenn die Art. vertebralis unmittelbar von der Aorta entspringt, so geschieht dieses gewöhnlich auf der linken Seite. Verdopplung ist weit häufiger in der obern als untern Körperhälfte; zweiköpfige Mißbildungen sind häufiger, als solche mit einem Kopfe und zwei Körpern. Die Finger sind öfter überzählig, als die Zehen ꝛc.

Es scheint ferner gewiß, daß Mißbildungen bei dem weiblichen Geschlechte häufiger sind, als bei dem männlichen. Unter 42 Doppelbildungen, deren Geschichte Haller gesammelt, waren 30 weiblichen Geschlechtes, 9 männlichen, zwei Hermaphroditen und eins ohne Geschlecht. Unter 80 Mißbildungen fand Meckel 60 weibliche und 20 männliche. Tiedemann [1]) weiset nach, daß auch bei diesen hirn- und kopflosen Mißbildungen die Zahl der weiblichen die der männlichen bei weitem übersteigt. Otto [2]) fand unter 473 Mißbildungen 270 weibliche und 203 männliche. Letzterer fand indessen, daß dieses nicht für alle Mißbildungen auf gleiche Weise gilt. Unter 69 Hemicephalen fanden sich 47 weibliche und 22 männliche; unter 173 Perocephalen 110 weibliche und 63 männliche; unter 142 Mißbildungen mit überzähligen Theilen waren 88 weibliche und 54 männliche. Dagegen fanden sich unter 50 Spaltbildungen 33 männliche und 17 weibliche. Wenn wir annehmen dürfen, daß die letzteren Beobachter bei Bestimmung des Geschlechts sorgfältiger und zuverlässiger verfahren sind, als dieses bei den oft zweifelhaften Fällen bei den früheren der Fall sein möchte, so scheint mir die Ursache dieser Geschlechtsverschiedenheit dunkel. Denn mit Unrecht hat man diese daraus erklären wollen, daß alle Embryonen anfangs weiblich seien, eine gewiß fehlerhafte Interpretation der ursprünglichen Form der Genitalien [3]). Auch würde man der von Otto als fast allgemein angenommenen Ursache der Mißbildungen in Krankheiten, meiner Ansicht nach, eine zu große Ausdehnung zuschreiben, wenn man, wie dieser, jenen Unterschied von der größern Schwäche und Anlage zu Krankheiten bei dem weiblichen Geschlechte herleiten wollte. —

Sehr bemerkenswerth und auch hier hervorzuheben ist die beobachtete Erblichkeit gewisser Mißbildungen und ihre Wiederholung bei Kindern derselben Aeltern. Man hat Aeltern gesehen, deren Kinder sämmtlich dieselbe Art von Mißbildung darboten, und dieselbe sich auch wieder auf die Kinder dieser forterbten. Meckel [4]) hat darüber viele Fälle zusammengestellt und neue sind seitdem beobachtet worden. Die Vererbung erfolgt aber nicht bloß durch das weibliche, sondern auch durch das männliche Geschlecht; denn bei Meckel findet sich die Angabe eines Mannes, der an Händen und Füßen sechs Finger hatte, dessen ältester Sohn denselben Bildungsfehler zeigte, und seinerseits wieder drei Kinder mit derselben Abweichung zeugte. Einen andern Fall der Art siehe bei Breschet [5]).

Es ist ferner ein wohl zu beachtender Umstand, daß so verschieden und mannichfaltig auch die Formen der Mißbildungen sind, dennoch gewisse immer in außerordentlicher Aehnlichkeit und Uebereinstimmung ihres Baues wiederkehren, und daß man eine vollständige Reihe aus ihnen bilden kann, deren Glieder gewöhnlich oft wiederkehren und in wesentlichen Bedingungen auf das vollkommenste mit einander übereinkommen. Dieses gilt auch für

[1]) Anatomie der kopflosen Mißgeburten. Landshut 1813. S. 79. [2]) Museum anat. path. p. XVI. [3]) Vergl. meine Entwicklungsgeschichte. S. 356.
[4]) l. c. S. 15 und folgende. [5]) Essai sur les monstruosités humaines. Paris. 1829.

jedes Organ, indem jedes vorzugsweise auf eine oder die andere Art mißgebildet ist. Es ist dieses einer der wichtigsten Punkte für die Untersuchung über die Ursache der Mißbildungen, da er mit Sicherheit darauf hinweiset, daß bei den meisten nicht eine zufällige äußere Ursache für sie vorhanden ist, sondern eine innere, in den Gesetzen der Keim-Bildung und Entwicklung gelegene.

Dagegen muß ich zwei Ansichten, die man als Gesetze der normalen Entwicklung auch auf die Mißbildung in Anwendung gesetzt und dieselben andererseits auch wieder durch die Mißbildungen erweisen zu können geglaubt hat, als auf Mißverständniß beruhend, zurückweisen.

Die eine derselben ist von Serres aufgestellt worden, welcher glaubte darthun zu können, daß die Entwicklung der Organe ganz abhängig sei von der Entwicklung der Blutgefäße, besonders der Arterien, so daß z. B. eine mangelhafte Entwicklung oder das Fehlen eines Organes, abhängig sei von den mangelhaften Entwicklung oder dem Fehlen seiner entsprechenden Arterie, und ebenso bei übermäßiger und überzähliger Entwicklung [1]. Außer daß man indessen selbst bei der angenommenen Richtigkeit dieser Aussage immer sogleich fragen würde: was bedingt dann nun die mangelhafte oder übermäßige Entwicklung der Arterie, hat aber Serres in der That nichts Anderes erwiesen, als daß sich in der Regel eine genaue Uebereinstimmung zwischen der Entwicklung eines Organes und seiner Arterie findet, nicht aber daß die Entwicklung des einen von der der andern abhängig ist. Und selbst diese Uebereinstimmung findet sich nicht durchweg bestätigt, indem man Spuren der Arterien von Organen gesehen hat, die selbst nicht vorhanden waren, wiewohl hier unzweifelhaft anzunehmen ist, daß auch das Organ früher vorhanden war, aber zerstört wurde, während Ueberreste seiner Arterien verblieben. Namentlich hat man Fälle von Anencephalie gesehen, wo die Carotis interna sich wie gewöhnlich nur in kleineren Dimensionen an den Hirnhäuten verzweigte. Entscheidend ist es aber, daß die directe Beobachtung darthut und dargethan hat, daß die Organe in ihren Rudimenten vom Keime ausgeschieden werden, ehe Gefäße in ihnen sich finden. Die homogene Zellenmasse, aus welcher sie bestehen, differenzirt sich erst später so weit, daß aus einigen Blutgefäße und Blut, aus anderen die anderen Elemente des Organes sich entwickeln.

Eine ganz ähnliche Theorie hat man in Deutschland für die Nerven verfolgt und aufgestellt. Auch für die Nerven wurde nachgewiesen, daß sich zwischen ihrer und der ihnen entsprechender Organe Entwicklung der genaueste Zusammenhang findet. Tiedemann [2]) zeigte, daß mit dem Mangel der Nerven auch ein Fehlen der Organe verbunden ist, zu denen sich die Nerven in regelmäßigem Zustande begeben; daß ebenso in allen Mißbildungen mit einem Uebermaße sich auch eine diesem entsprechende Anordnung des Nervensystems zeigt; daß endlich auch bei denen, bei welchen die Organe verschmolzen sind, ein genauer Zusammenhang zwischen der Art der Verschmelzung, der Organe und der Verbindung und Vereinigung der Nervengebilde stattfindet. Alessandrini [3]) zeigte dasselbe für die animalischen Muskeln und die zu ihnen gehörigen Nerven. Da nun zugleich die Entwicklungsgeschichte darthut, daß die Centraltheile des Nervensystems die ersten Spuren des Embryo sind, welche von dem Keime als solche erkennbar ausgeschieden werden, so hat sich daraus die An-

---

[1]) Anatomie du cerveau. T. I. [2]) Zeitschrift für Physiologie. I. S. 56 u. III. S. 1.
[3]) Novi Commentarii scient. institut. Bonon. T. III. 1837.

sicht entwickelt, daß sowohl die normale als anomale Entwicklung der verschiedenen Organe des Embryo von der Entwicklung des Nervensystems abhängig sei; die anomale Bildung der Organe daher ihre Erklärung in der anomalen Bildung der Nerven fände. Auch hier wäre die Frage daher nur um einen Schritt weiter hinausgeschoben. Ich habe indessen in meiner Entwicklungsgeschichte S. 484, wie ich glaube, ausführlich gezeigt, daß die Aufstellung eines solchen Gesetzes nach keiner Richtung hin begründet ist, und auch hier die unmittelbare Beobachtung lehrt, daß die Bildung des Nerven, wie die der übrigen Elemente eines Organes, die Wirkung der differenzirenden Entwicklungsthätigkeit auf das indifferente Zellenmaterial zur Bildung jeden Organes ist. Kein Theil, wenn er nicht wirklich nur ein Theil eines andern ist, so abhängig er sich später in seiner Function und Erhaltung von anderen zeigen mag, kann in seiner Entwicklung von dem andern abgeleitet werden. Sie sind in ihrer Entstehung alle Producte derselben Kraft, welcher das Ganze sein Dasein verdankt, und primäre Modificationen ihrer Entstehung müssen in Modificationen dieser Grundursache gesucht werden, welche höchst wahrscheinlich auch an gewisse Gesetze gebunden ist, über welche das Vorhergehende eben einige Andeutungen geben sollte.

Während sich demnach in dieser Beziehung die Resultate des Studiums der Mißbildungen an die der Entwicklungsgeschichte überhaupt anschließen, mache ich ferner auf den Nutzen des erstern für die specielle Entwicklungsgeschichte einzelner Organe aufmerksam. Die Lehre von den Mißbildungen ist hier offenbar für die normale Entwicklungsgeschichte dasselbe, was Pathologie und pathologische Anatomie für Physiologie und physiologische Anatomie sind. Sowie jene oft eine Quelle der wichtigsten Erkenntnisse des Baues und der Function eines Organes sind, welche wir durch dessen unmittelbares Studium nicht ermitteln können, so geben uns die Mißbildungen oft Winke über die normale Entstehungsweise der Organe, deren directe Beobachtung schwierig und zweifelhaft ist. Es wäre leicht dafür aus der Entwicklungsgeschichte der meisten Organe Beispiele zu sammeln. Ich will es aber vorziehen, mehr auf den Mißbrauch dieser Erkenntnißquelle aufmerksam zu machen. Sowie ich den Grundsatz hege, daß Ergebnisse der Pathologie und pathologischen Anatomie nicht im Widerspruche mit directen sicheren physiologischen und anatomischen Erkenntnissen stehen dürfen, und gegen diese nicht beweisen, sondern nur wo diese fehlen oder unsicher sind, so halte ich es auch nicht für gestattet, aus der Mißbildung eines Organes auf seine Bildungsweise einen gegen die directe Beobachtung derselben ankämpfende Folgerung zu ziehen. So z. B. war es gewiß gerechtfertigt, so lange die Entwicklungsweise der Augen durch directe Beobachtung noch nicht hinlänglich feststand, den Cyclopismus mit als einen Beweis der angenommenen Entwicklung beider Augen aus einem Urrudiment zu betrachten. Seit ich mich aber auf das bestimmteste überzeugt habe, daß die Augen von Anfang an doppelt aus der vordern Hirnblase hervortreten, kann ich in dem Cyclopismus keine Beweiskraft für jene Ansicht mehr finden, sondern glaube, es ist nun für die Entstehung des Cyclopismus eine andere Ursache aufzusuchen.

Der Nutzen, welchen die specielle Physiologie aus dem Studium der Mißbildungen ziehen kann, ist zwar bis jetzt noch nicht so angebaut und durch sorgfältige und zuverlässige Beobachtungen basirt, wie dieses zu wünschen wäre. Allein mehre höchst wichtige Fragen liegen in dieser Hinsicht schon vor, welche durch genaue Beobachtungen von Mißbildungen ihrer Lösung näher gebracht werden können. Hierhin gehören z. B. mehre Ca=

pitel aus der Lehre von der Blutbewegung. Die Frage nach der Ursache der Blutbewegung in herzlosen Mißbildungen ist in dieser Beziehung zwar schon oft hervorgehoben, keineswegs aber bereits genügend beantwortet worden. Während die Einen diese Thatsache als einen Beweis der Unabhängigkeit der Blutbewegung von dem Herzen betrachtet haben, haben die Anderen darauf aufmerksam gemacht, wie das Herz nicht immer die Form seiner höhern Entwicklung zu besitzen braucht, sondern nur als activ und rhythmisch contractile Stelle des Gefäßsystems zu erscheinen braucht, oder wie der Blutlauf in der defecten herzlosen Mißbildung von dem fast immer vorhandenen normal gebildeten Zwilling unterhalten wird. Man muß gestehen, daß die Sorgfalt der Beobachtung auf Seiten der letzten Ansicht größer ist, indem die meisten, selbst neuesten Beobachtungen der Vertheidiger der erstern Ansicht gewöhnlich höchst oberflächlich sind. Aber auch für den Blutlauf durch die Capillargefäße der Placenta bieten mehre Mißbildungen interessante Thatsachen dar.

Ferner ist es die Physiologie des Nervensystems, welche für mehre ihrer wichtigsten Probleme Beiträge aus Beobachtungen von Mißbildungen erwarten kann. Ich meine hier nicht sowohl die oben schon berührte Frage nach der Abhängigkeit der Bildung und des Wachsthums der Theile von dem Nerveneinflusse, die in ihrer Anwendung auf die Entwicklung des Fötus auf einem Mißverständnisse zu beruhen scheint, als vorzüglich in Beziehung auf das Gehirn, als Organ der Seelenthätigkeiten und als Centraltheil des Nervensystems. Es ist sehr schwer bei Beobachtungen an Menschen und selbst an Thieren, diese beide Rollen des Gehirnes von einander zu trennen, und seine Function als Organ der Seelenthätigkeiten tritt meist so sehr hervor und mischt sich überall mit hinein, daß die Function, die ihm als bloßes Centrum der Nerventhätigkeit zukommt, und letztere überhaupt dadurch sehr in den Hintergrund gesetzt und sehr vielen Mißverständnissen unterworfen wird. Hier nun sind die acephalen, hemicephalen und anencephalen Mißbildungen, welche lebend geboren werden, vom größten Interesse, und es ist sehr zu wünschen, daß solche Fälle genauen und unterrichteten Beobachtern in die Hände fallen. Auch hat man die von solchen aufgezeichneten Thatsachen bereits benutzt, um sich zu überzeugen, wie viele Erscheinungen, bei welchen die Seelenthätigkeiten im gewöhnlichen Leben einen großen Einfluß auszuüben scheinen, auch ganz ohne Mitwirkung derselben erfolgen, Athmen, Saugen, Schlingen, Husten, selbst Schreien, Entleerung von Koth und Urin rc.

Wenn aber diese Mißbildungen Interesse haben, wegen A u s s c h l i e ß u n g der Seelenthätigkeiten, so haben dagegen andere, gerade in Beziehung auf diese, ein vielleicht noch viel größeres, auch bisher noch nicht hinlänglich ausgebeutetes. Ich meine hier vorzüglich die Doppelmißbildungen, die öfter für längere Zeit lebensfähig, unstreitig viele der interessantesten psychologischen Probleme darbieten. Man hat sie vielfach beobachtet, die Ergebnisse dieser Beobachtungen gewissenhaft berichtet, allein die wichtigsten Fragen dabei sind selten hervorgehoben worden, sind auch wohl in der That sehr schwierig zu stellen, und richtig aufzufassen. Ich meine aber, sie dürften vorzugsweise geeignet sein, auf die Natur der Seelenthätigkeiten, ihre Entwicklung und Abhängigkeit vom Gehirn und von den übrigen Organen des Körpers aufmerksam zu machen, in welcher Beziehung wir meist noch in großen Vorurtheilen und Mißverständnissen befangen sind.

Endlich habe ich schon im Anfange auf das pathologisch praktische In-

teresse aufmerksam gemacht, welches viele Mißbildungen besitzen. Viele werden lebensfähig geboren, bei vielen ist es möglich, die entstellenden, oder das Leben oder die Function einzelner Organe gefährdenden Mängel künstlich und durch operative Hülfe zu entfernen. Die Richtung der Chirurgie unserer Zeit, der es an Schlachten und Wunden fehlt, hat sich mit Glück und Auszeichnung hierhin gewendet. Um aber solche angeborene Uebelstände zu heben, muß man natürlich mit ihrer Natur, Entstehung und Beschaffenheit genau vertraut sein. Ich habe bereits das treffliche Werk von v. Ammon, was hier als erstes auch bereits alles der Zeit Entsprechende leistet, namhaft gemacht und je seltener die Pathologie leider bis jetzt den ersten Schritt thut, die Resultate der Physiologie und Anatomie sich zu Nutze zu machen, um so mehr muß ein Werk wie dieses erfreuen.

Es bedarf ferner auch wohl nur einer Andeutung, daß die Mißbildungen mannichfaches Interesse für die Geburtshülfe darbieten und manchen für sie wichtigen Fragen noch eine eigenthümliche Wendung geben, z. B. in Betreff der Entscheidung zwischen Mutter und Kind bei lebensgefährlichen Operationen. Doch hat die Erfahrung gelehrt, daß selbst Mißbildungen, von denen man a priori große Geburtshindernisse erwarten sollte, z. B. Doppelbildungen meistens ohne große Schwierigkeit und selbst ohne Kunsthülfe geboren wurden, während Defecte begreiflich meist das Geburtsgeschäft erleichtern.

Endlich kommt selbst die praktischste Anwendung aller medicinischen Wissenschaften, die gerichtliche Medicin, nicht so selten in Beziehung mit Mißbildungen. Am öftersten handelt es sich dabei über zweifelhafte Geschlechtsverhältnisse, doch könnten dabei auch noch andere schwierige Punkte zur Frage kommen, z. B. bei Doppelbildungen über die Einheit des Subjectes, über Successionsfähigkeit u. dergl. mehr, zu deren Entscheidung eine genaue Vertrautheit mit der Natur der Mißbildungen erforderlich sein wird.

Die Literatur über Mißbildungen ist sehr ausgedehnt. Ich habe die mehrsten der Schriften, welche zur theoretischen Entwicklung der Lehre beigetragen haben, im vorstehenden Texte genannt. Was die äußerst zahlreichen Beobachtungen als Quellen dieser Lehre betrifft, so verweise ich in dieser Hinsicht auf

Haller, De monstris lib. II. in Opp. minor. Tom III.

Meckel, Pathologische Anatomie Bd. I. und Bd. II. Abth. 1.

Isidore Geoffroy St. Hilaire, Histoire des Anomalies de l'organisation. Tom I — III. Paris 1832 — 36.

Gurlt, Lehrbuch der path. Anatomie der Haussäugethiere. Bd. II. und Berliner encyclopädisches Wörterbuch der med. Wissenschaften. Bd. XXIV. Art. Monstrum.

als in welchen Schriften wohl die Citate der meisten Beobachtungen zu finden sind. Neuere wird wahrscheinlich angeben:

Vrolik, Handboek der ziektekundige Ontleedkunde. I. Deel. Angeborene Gebreken. Amsterdamm, 1840. 8to.

welches ich indessen noch nicht gesehen; und außerdem wären nachzusehen:

Valentin's Repertorium seit 1835. und J. Müller's Archiv, patholog. Anatom. Bericht seit 1833. —

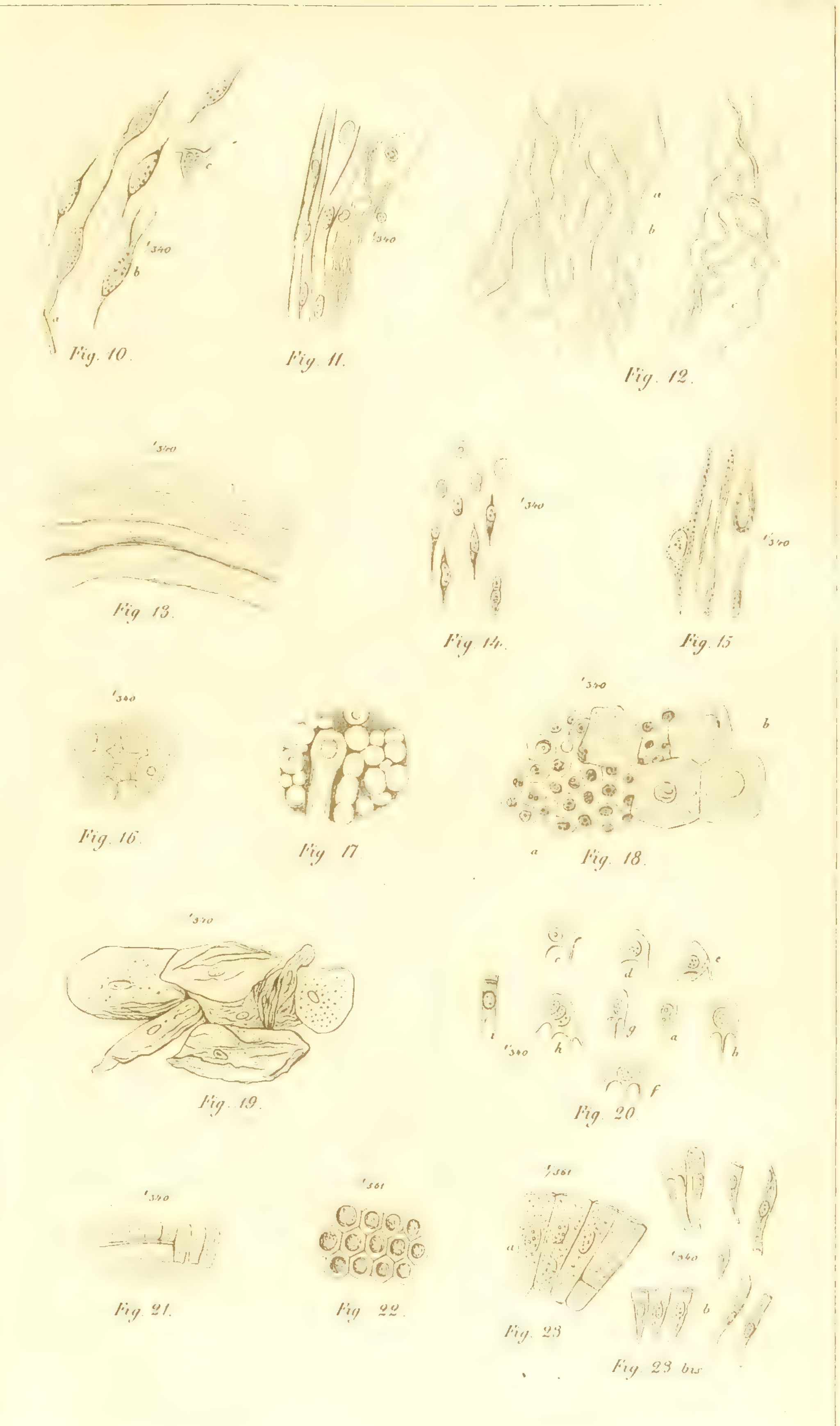
Th. Bischoff.

Verbesserungen.

Seite 83 Zeile 10 v. u. st. Herneberg l. Sterneberg.
» 177 » 15 v. o. st. Strohmeyer l. Stromeyer.
» 187 » 24 v. o. st. sowohl l. nicht.
» 187 » 25 v. o. st. als l. aber wohl.
» 214 » 20 v. u. st. 3,5 S″ l. 0,5 S″
» 214 » 14 v. u. füge hinter können hinzu: da dasselbe gewiß schon im Venenblute mit Sauerstoff, wenn auch nur als Oxydul, verbunden ist.
» 227 » 7 v. u. st. le Rayer l. le Royer.
» 233 » 22 v. o. füge hinzu: Nees: α) in Wasser und Weingeist lösliche 3,32, β) bloß im Wasser lösliche 12,33.
» 243 » 11 v. u. streiche: welches keinen Phosphor enthält.
» 617 » 4 u. 5. v. o. st. thierischen l. organischen.
» 619 » 5 v. o. st. nun l. nur.
» 626 » 20 v. o. st. Zellen l. Kerne.
» 630 » 9 v. o. st. Zellenkörner l. Pollenkörner.
» 630 » 10 v. o. st. Naegeld l. Naegeli.
» 631 » 38 v. o. st. die Entstehung l. durch Entstehung.
» 635 » 5 v. u. st. Zelle l. Galle.
» 639 » 19 v. u. st. werden l. worden.
» 640 » 24 v. o. st. Talkerde l. Kalkerde.
» 643 » 15 v. u. st. Fettmolecüle, Secrete, l. Fettmolecüle der Secrete.
» 644 » 10 v. o. st. u. dgl., während l. udgl. Während.
» 647 » 24 v. o. st. den verästelten l. den der verästelten.
» 649 » 6 v. o. st. den Stickstoffatomen. l. an Stickstoffatomen.
» 656 » 26 v. o. st. an dieser l. in diesem.
» 656 » 16 v. u. st. dieses l. diese.
» 657 » 26 v. o. st. der Speiseröhre l. der der Speiseröhre.
» 659 » 13 v. o. st. Flimmerepithelium l. Cylinderepithelum.
» 661 » 12 v. o. st. zu constituirenden l. constituirenden.
» 667 » 12 v. o. st. diejenigen l. die.
» 669 » 23 v. o. st. varicös l. varicösen.
» 670 » 10 v. o. st. nach l. noch.
» 672 » 3 v. o. st. Zellgeweben l. Zellgewebe.
» 680 » 19 v. o. st. an dem Rande l. an der Wand.
» 695 » 4 v. o. st. jungen Schlundkopfnerven l. Zungenschlundkopfnerven.
» 697 » 18 v. o. st. Masse l. Massen.
» 699 » 14 v. o. st. Perennibranchiaten l. die Perennibranchiaten.
» 713 » 10 v. u. st. ursprüngliches l. ursprüngliches ist.
» 718 » 22 v. o. st. platte l. glatte.
» 721 » 15 v. u. st. eben in diesen l. in diesen.
» 723 » 16 v. u. st. und die Erforschung l. und 3. die Erforschung.
» 725 » 7 v. u. st. werden l. worden.
» 731 » 4 v. o. st. daß dann l. daß sich dann.
» 731 » 4 v. u. st. Schmelz bei l. Schmelz, der bei.
» 732 » 2 v. u. st. war die l. die.
» 734 » 11 v. o. st. Boden der Drüsen l. Enden der Drüsen.
» 734 » 17 v. o. st. uns l. nur.
» 736 » 13 v. u. st. welche in verschiedenen l. welche verschiedenen.
» 737 » 2 u. 3 v. u. st. oder höckerige l. einer höckerigen.
» 739 » 6 v. o. st. liegen l. liegt.

» 739 » 15 v. u. st. gebildet l. umgebildet.
» 750 » 26 v. u. st. uns l. nur.
» 751 » 2 v. u. st. sei l. seien.
» 752 » 16 v. o. st. von l. an.
» 753 » 15 v. o. st. die Jacob'sche Membran l. die vollständige Jacob'sche Membran.
» 759 » 18 v. u. st. auf eine bisweilen l. bisweilen.
» 762 » 3 v. o. st. Epitheliallage der faserigen Rindensubstanz l. Epitheliallage, der faserigen Rindensubstanz.
» 768 » 10 v. o. st. Form un: l. Form.
» 768 » 14 v. u. st. Raum l. Saum.
» 769 » 7 v. o. st. Der Canal l. Die Cunula.
» 776 » 18 v. o. st. gebränit l. gekrümmt.
» 776 » 5 v. u. st. welche im Mittel l. im Mittel.
» 780 » 10 v. u. st. Naturverhältnisse l. Structurverhältnisse.
» 785 » 20 v. o. st. zeigt l. zeigte.
» 793 » 4 v. o. st. Der eine l. Der Erstere.
» 796 » 17 v. o. st. Blutstranges l. Ganglienstranges.


Fig 1
Fig 3
Fig 4
Fig 2
Fig 5
Fig 6
Fig 7
Fig 8
Fig 9



G. Valentin del. H. Bruch sc.



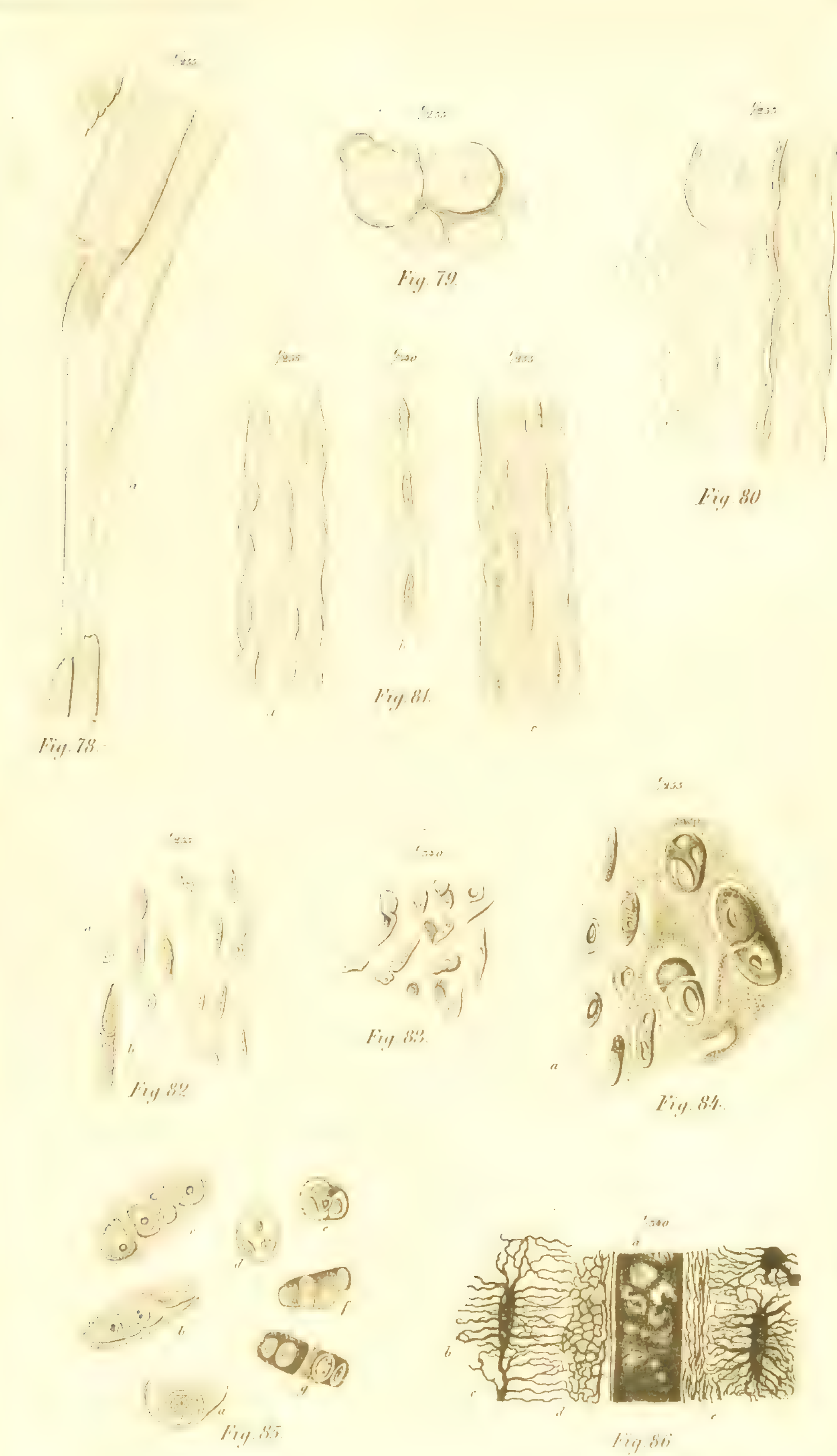
Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35. Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38. Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41.

G. Valentin del. H. Bruch sc.

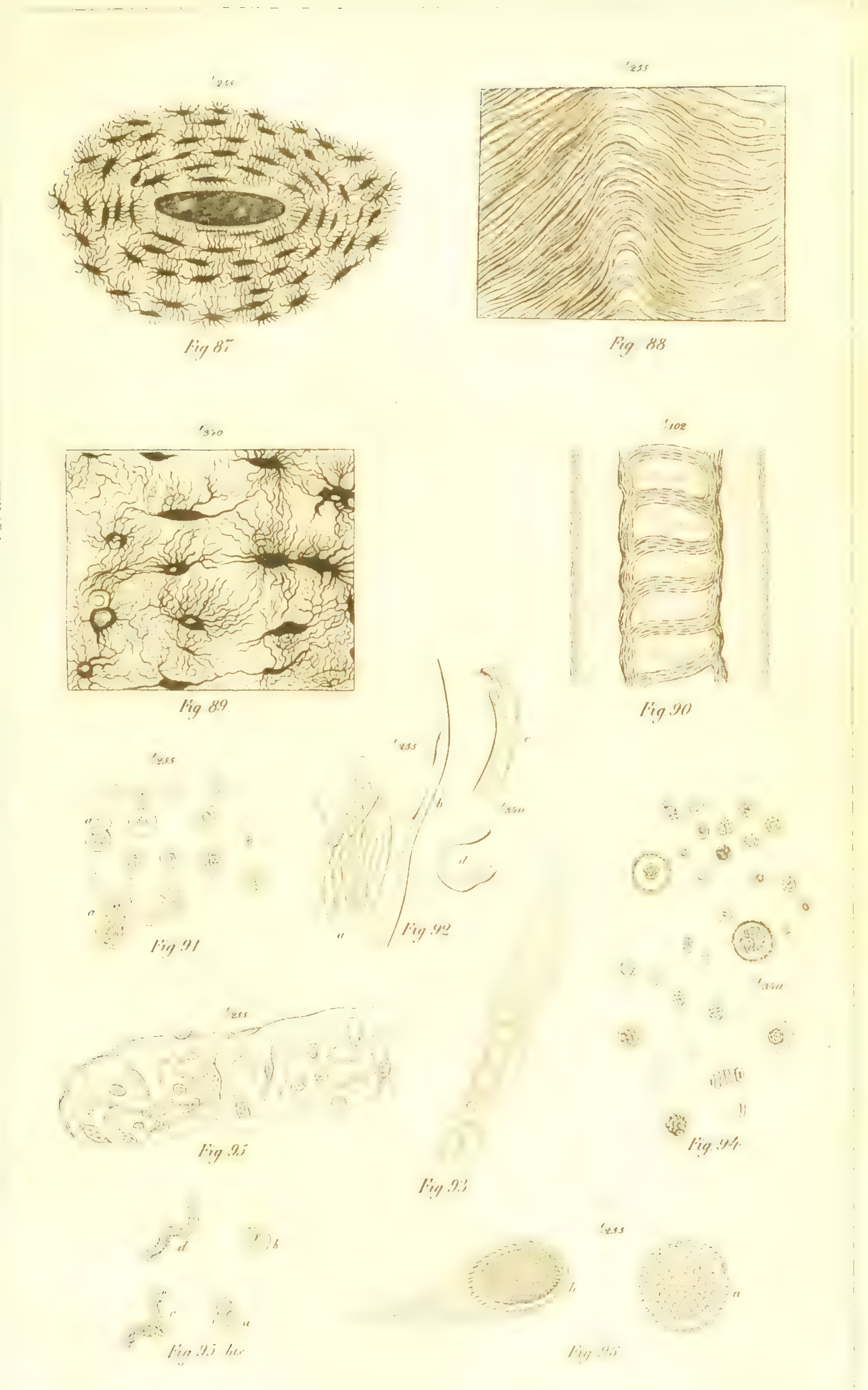

Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 52.a
Fig. 53.
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 62.



G. Valentin del. R. Bruch sc.



G. Valentin del. H. Bruch sc.



G. Valentin del. R. Bruch sc.





